ELETRÔNICA RÁDIO E TV

SUMÁRIO

4ª LIÇÃO TEÓRICA

CARGA ELÉTRICA - CAPACITORES

I - A carga elétrica
- Tipos de eletricidade
- Leis de atração e repulsão
- Corpos neutros e eletrizados
- Natureza da carga elétrica
- Explicação dos fenômenos elétricos
- Comentário sobre a denominação de eletricidade positiva e negativa
- A corrente elétrica
- Sentido da corrente elétrica
- Aplicações práticas do conceito de carga elétrica
- Distribuição das cargas elétricas nos corpos

II - Os capacitores
- Capacitância
- Unidade de medida
- Analogia hidráulica da unidade
- De que depende a capacitância de um capacitor
- Explicação do efeito capacitivo, com apoio na teoria dos elétrons
- Classificação dos capacitores
- O capacitor no circuito - Associações
- Associações
- Polaridade dos capacitores

4ª LIÇÃO PRÁTICA

DETALHES PRÁTICOS DOS CAPACITORES

I - Introdução
II - Tipos usuais de capacitores
III - Características técnicas importantes
IV - Identificação dos capacitores

4ª LIÇÃO ESPECIAL

ACESSÓRIOS USADOS EM RADIOTÉCNICA (2ª PARTE)

d) Parafusos, porcas e arruelas
e) Terminais
f) Fusíveis e porta-fusíveis
g) Lâmpada-piloto
h) Porta pilhas
i) Blindagem
j) Dissipadores
k) "Dial"
l) Caixa
m) Led
n) Soquetes

CURSO DE ELETRÔNICA BÁSICA RÁDIO - TV
4ª LIÇÃO TEÓRICA
CARGA ELÉTRICA - CAPACITORES

I - A carga elétrica

Até o momento temos considerado a carga elétrica simplesmente como um portador de eletricidade, sem nada acrescentar sobre a sua natureza. Vamos, agora, estudar a carga elétrica com um pouquinho mais de profundidade, já que ela intervém em todos os fenômenos da Eletrônica. O aluno deve compreender bem o que vamos expor, pois a explicação de todos os fenômenos elétricos, desde uma conhecidíssima descarga atmosférica (raios) até o mais complicado sistema de comunicação dos satélites artificiais, é dada a partir da carga elétrica.

1 - Tipos de eletricidade

Vamos tomar um pedaço de fio isolante, um fio de seda, por exemplo. Amarremos a uma de suas extremidades um pedacinho de material bem leve, por exemplo medula (parte do meio) de um sabugo seco, papel, isopor, etc. A outra extremidade do fio deve ser presa a uma haste qualquer, de modo que o fio fique pendurado e não encoste em nada. Se a haste for construída como sugerimos na figura 1, teremos o que se chama de **pêndulo elétrico**.
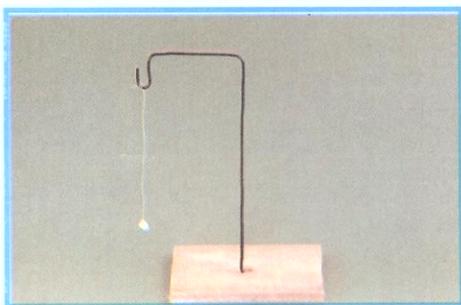
Figura 1 - Pêndulo Elétrico.

Se o aluno não quiser construir o pêndulo como o da figura 1, poderá, por exemplo, prender o fio isolante na beirada de uma mesa, com um pedaço de fita adesiva (durex), como mostramos na figura 2.

Isso feito, temos o nosso pêndulo em condições de ser utilizado, para demonstrar os tipos possíveis de eletricidade. É o que faremos com as seguintes experiências:

1ª) Tomemos um pedaço de flanela, um pente de plástico e um bastão
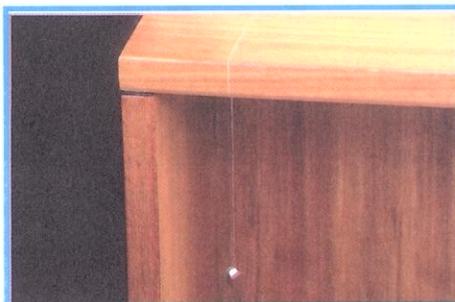
Figura 2 - Pêndulo Elétrico utilizando-se uma mesa.

de vidro, desses utilizados em farmácias, para misturar remédios. Agora, atritemos, ou seja, esfreguemos o pente na flanela ou no cabelo como mostra a figura 3. Após isto, aproximemos o pente, da

Figura 3 - Esfregando pente no cabelo.

bolinha de isopor. Observamos que o pente atrai a bolinha de isopor como ilustra a figura 4. Devemos tomar o cuidado de **não deixar que ela toque no pente.**
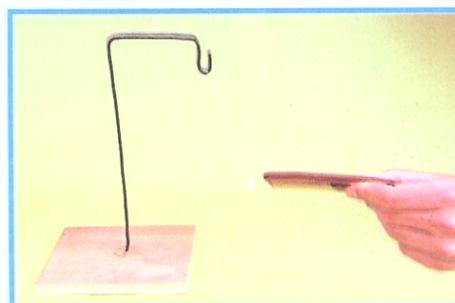
Figura 4 - Pente atraindo o isopor.

Agora, façamos a mesma experiência com o bastão de vidro, ou seja, atritremo-lo com a flanela, como mostra a figura 5, e aproximemo-lo da bolinha de isopor. Observamos o mesmo fenômeno anterior, isto é, a bolinha também será atraída, como mostra a figura 6.
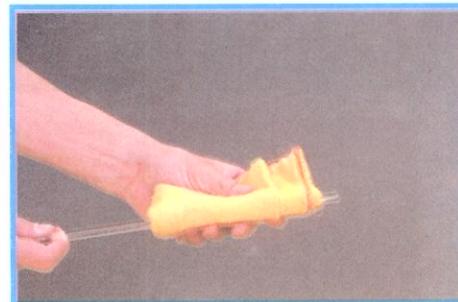
Figura 5 - Atritando o bastão de vidro na flanela.

Para ficar mais completa esta primeira experiência, arranjemos também um bastão de metal, que pode ser um pedaço de ferro redondo, um pedaço de fio de cobre grosso, etc. Como fizemos
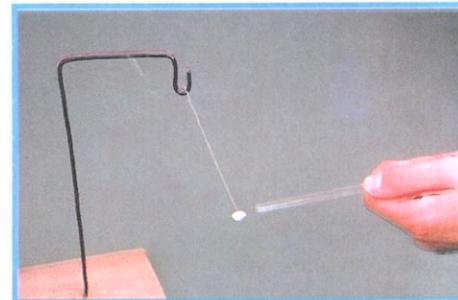
Figura 6 - Isopor sendo atraído pelo bastão de vidro.

com o pente e o bastão de vidro, atritemos o bastão metálico com a flanela da mesma maneira que na figura 7 e aproximemo-lo da bolinha de nosso pêndulo.
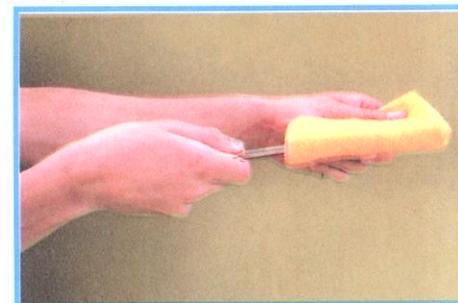
Figura 7 - Atritando bastão de ferro com a flanela.

Vamos notar que a bolinha permanece em sua posição, isto é, não é atraída pelo metal, como se vê na figura 8.

Desta primeira experiência podemos tirar três conclusões:

a) O bastão de vidro e o de
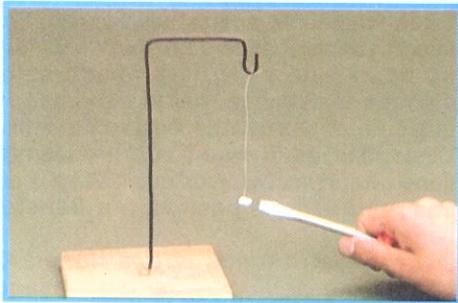
Figura 8 - Isopor não é atraído pelo bastão de ferro.

plástico (pente) adquirem eletricidade, quando atritados com flanela.

b) O bastão metálico não adquire eletricidade.

c) A eletricidade dos bastões de vidro e de plástico (pente) deve ser a mesma, isto é, de mesmo tipo, porque produziram na bolinha de isopor o mesmo efeito, ou seja, ambos atraíram a bolinha da mesma maneira.

Estas três conclusões, aparentemente lógicas, não são todas verdadeiras, como veremos com as outras experiências.

2ª) Atritemos o bastão de vidro e aproximemo-lo da bolinha de isopor, mas, agora, deixemos que a bolinha toque no bastão, como na figura 9. Observamos,
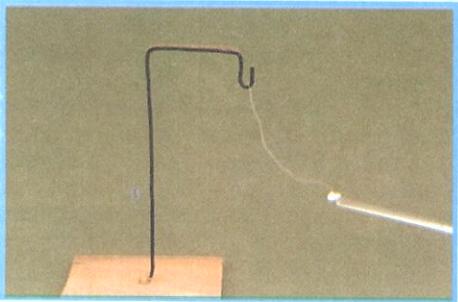
Figura 9 - Isopor tocando no bastão de vidro.

então, que a bolinha, após tocar no bastão de vidro, afasta-se do bastão, igual à figura 10.
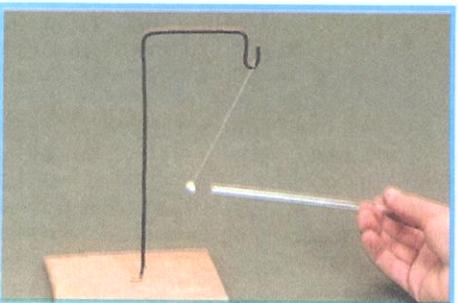
Figura 10 - Isopor sendo repelido pelo bastão de vidro.

Isto posto, toquemos a bolinha com a mão, como ilustra a figura 11.

Façamos agora a mesma coisa, mas com o pente, ou seja, atritemo-lo, aproximemo-lo da bolinha e deixemos que ela o toque, igual à figura 12. Observamos a mesma coisa que aconteceu com o bastão de vidro, isto é, após tocar no
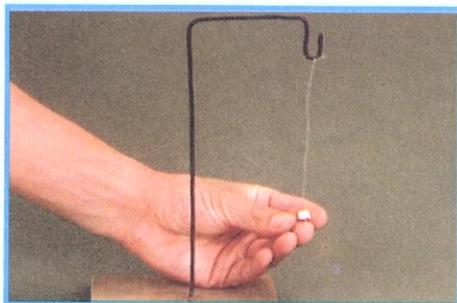
Figura 11 - Tocando na bolinha de isopor com a mão.
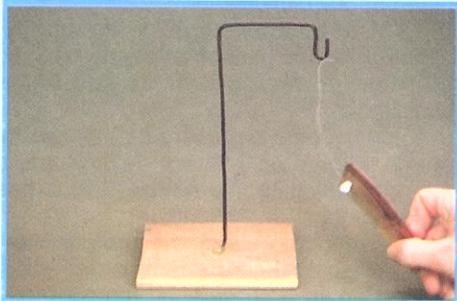
Figura 12 - Isopor tocando no pente.

pente, a bolinha é novamente repelida, como mostra a figura 13.

Esta segunda experiência parece confirmar a conclusão **c** da anterior, ou seja, que o tipo de eletricidade dos dois bastões é o mesmo. Entretanto, isso não é verdade, como demonstraremos com a terceira experiência.

3ª) Encostemos, novamente, a mão na bolinha. Agora, aproximemos dela o bastão de vidro, previamente atritado, e deixemos que a bolinha toque nele. Ela será repelida. Em seguida, aproximemos o bastão de plástico, ou seja, o pente, também previamente atritado. Notaremos que a bolinha, que foi repelida pelo bastão de vidro, é atraída pelo pente. Então, podemos tirar a conclusão definitiva e verdadeira de que **a eletricidade do bastão de vidro é diferente da eletricidade do bastão de plástico.**
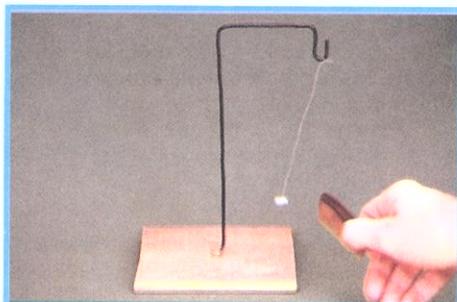
Figura 13 - Isopor sendo repelido pelo pente.

A eletricidade do bastão de vidro é chamada de eletricidade vítrea e convencionou-se que ela é **positiva**.

A eletricidade do bastão de plástico (do pente, em nossa experiência) é chamada de eletricidade resinosa e, convencionalmente, é **negativa.**

Conclusão: Existem dois tipos de eletricidade: ou seja: a positiva e a negativa.

2 - Leis de atração e repulsão

Prosseguindo em nossas experiências, vamos, agora, construir dois pêndulos elétricos. Feito isto, atritemos o pente com a flanela e aproximemo-lo das bolinhas dos dois pêndulos, tocando-as com o pente. Agora, aproximemos entre si os
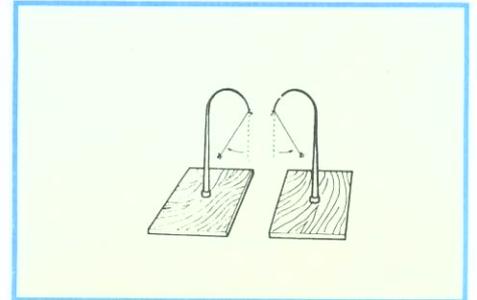
Figura 14 - Cargas elétricas iguais repelem-se.

dois pêndulos. Vamos verificar que as duas bolinhas se afastam (fig. 14).

Em seguida, tocamos com a mão nas duas bolinhas e repetimos a experiência anterior, mas com o bastão de vidro previamente atritado. Observamos o mesmo efeito, ou seja, as bolinhas se afastam.

Desta prática podemos tirar a conclusão que constitui a primeira lei:

Cargas elétricas iguais repelem-se.

Por cargas elétricas iguais o aluno deve entender aquelas que têm o mesmo sinal, ou seja, todas positivas ou todas negativas.

Tomemos agora os dois pêndulos com as bolinhas descarregadas pelo toque das mãos, e a um deles aproximemos
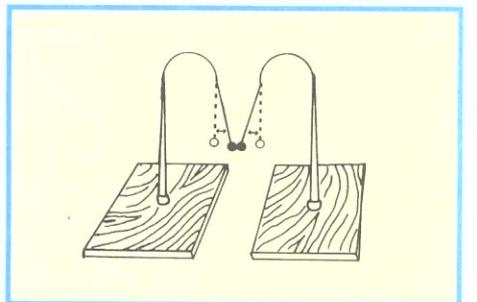
Figura 15 - Cargas elétricas diferentes atraem-se.

o bastão de vidro, previamente atritado, permitindo que a bolinha toque nele. Aproximemos do outro o pente também atritado e deixemos que a bolinha o toque. Após isto, aproximando entre si os dois pêndulos observamos que as bolinhas, agora, se aproximam, como na figura 15. Daí resulta a segunda lei:

Cargas elétricas diferentes atraem-se.

Por cargas elétricas diferentes deve-se entender aquelas que têm sinais contrários, isto é, **positivas e negativas.**

3 - Corpos neutros e eletrizados

Até o momento temos falado exaustivamente em cargas elétricas, mas não explicamos ainda o que é realmente a carga elétrica.

Seria a bolinha de isopor, de nossas experiências, uma carga elétrica? A resposta é não. A bolinha é simplesmente um corpo ao qual conferimos cargas elétricas, ou seja, um corpo que nós eletrizamos. Antes de ser eletrizado, ele estava no estado neutro, isto é, sem cargas.

4 - Natureza da carga elétrica

Sabe-se que todo corpo é constituído de minúsculas partes, que são chamadas de **moléculas.** Assim, o papel desta lição, o lápis, o ferro, enfim tudo o que ocupa lugar no espaço é formado de moléculas. Estas, por sua vez, são formadas de partes menores ainda, que são os átomos. Também os átomos são formados de pequenas partículas. Dessas, as mais importantes para o nosso estudo são: **o elétron, o próton e o nêutron.**

O elétron é a partícula do átomo que tem carga **elétrica negativa,** o próton tem **carga positiva** e o nêutron **não tem carga.**

A particularidade do átomo é a de que ele é uma estrutura vazia, ou seja, tem uma parte central, que se chama **núcleo,** onde estão situados os nêutrons e os prótons, e tem os elétrons girando em volta desse núcleo, a grande distância, relativamente ao seu tamanho. Poderíamos, para fixar idéias, comparar o átomo com um sistema planetário.

O caminho que os elétrons descrevem em volta do núcleo é chamado de órbita.

O que diferencia um átomo dos outros é o número de elétrons, e conseqüentemente, de prótons e de nêutrons que ele possui. O átomo de ferro, por exemplo, é formado pelas mesmas partículas que o átomo de carbono (carvão); entretanto, esses dois elementos são totalmente diferentes nas suas propriedades físicas, porque o número de partículas é diferente.

Quando o átomo tem bastante elétrons, estes se dispõem em camadas em volta do núcleo. Essas camadas têm um número certo e determinado de elétrons. Na figura 16, representamos um átomo com 3 elétrons, 3 prótons, 3 nêutrons e 2 camadas.
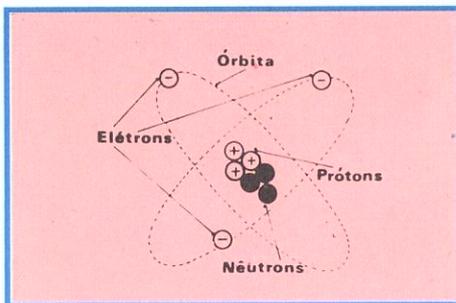
Figura 16 - Átomo.

Desta introdução e do que já sabemos das experiências com o pêndulo elétrico, podemos tirar as seguintes conclusões:

1ª) Como o número de elétrons do átomo é igual ao número de prótons, o átomo é eletricamente **neutro**, isto é, não é eletrizado.

2ª) Como elétrons e prótons existem em igual número e têm cargas elétricas de sinais contrários, há atração entre eles.

3ª) A força de atração entre prótons e elétrons depende da posição da camada na qual o elétron se encontra. Assim, os elétrons da camada mais afastada do núcleo estão mais fracamente ligados a ele. Este detalhe é bastante importante, como veremos mais tarde.

Para completar estas rápidas noções sobre os átomos, podemos salientar que:

a) A distância entre o núcleo e uma camada de elétrons é muito grande. Para que o aluno tenha uma idéia dessa distância, diremos que, se o núcleo pudesse ter o tamanho de uma bola de pingue-pongue, o elétron deveria estar acerca de 15 quilômetros do núcleo e deveria ser muito menor que uma cabeça de alfinete. Note que esta comparação é feita apenas para que se tenha uma idéia de quão distante está o elétron do núcleo e quão diferentes eles são em dimensões. Na realidade, o átomo é tão pequeno que são necessários muitos e muitos trilhões deles para encher um dedal.

b) O elétron é bem mais leve que o próton, mais precisamente cerca de mil e oitocentas vezes.

5 - Explicação dos fenômenos elétricos

De posse de algumas noções sobre átomo, podemos explicar, de maneira correta, os fenômenos observados nas experiências com o pêndulo elétrico.

a) A eletrização dos bastões

Comecemos pelo de vidro. Esse bastão, evidentemente, é formado por um número incalculável de átomos que, por sua vez, têm um número muito maior de elétrons.

Por outro lado, em razão de sua constituição molecular, esses elétrons estão fortemente presos aos átomos. Em sendo assim, quando se esfrega a flanela no bastão de vidro, ela, tendo seus elétrons mais livres, perde elétrons, os quais se depositam no bastão de vidro. Desta maneira, o vidro fica eletrizado e a flanela também. Dizemos que o vidro ficou com eletricidade positiva e a flanela, negativa.

Se atritarmos com a flanela o bastão de resina, que em nossas experiências é um pente plástico, **preferivelmente de ebonite,** observaremos o contrário do caso anterior, ou seja, a flanela, por ter seus elétrons mais fortemente ligados ao átomo que o bastão de resina (pente), retira elétrons do pente. Nestas circunstâncias, tanto o pente como a flanela ficam eletrizados. Com estas duas explicações, o aluno pode compreender porque os dois bastões têm eletricidades diferentes, embora sejam atritados com a mesma flanela. E o que determina se um corpo está eletrizado ou não é o rompimento de seu estado de neutralidade. Assim, o bastão de vidro, bem como a flanela, inicialmente, estão em estado neutro, isto é, têm a mesma quantidade de elétrons, que são as cargas elétricas negativas, e de prótons, que são as cargas elétricas positivas. Quando atritados, isto é, esfregados um contra o outro, rompe-se esse equilíbrio e a flanela, que tem seus elétrons mais fracamente presos aos átomos, cede-os ao vidro.

É interessante notar que a quantidade de elétrons que o vidro ganhou é igual àquela que a flanela perdeu. Isto é fácil verificar, pois basta que se encoste o vidro na flanela para que ambos retornem ao estado neutro.

b) A atração ou repulsão da bolinha de isopor

A bolinha de isopor usada no pêndulo, de início, está no estado neutro, ou seja, tem mesma quantidade de prótons e elétrons. Quando dela se aproxima um dos bastões eletrizados, acontece o seguinte: as cargas elétricas do bastão eletrizado repelem as cargas elétricas de mesmo sinal da bolinha e atraem as de sinais contrários, como aprendemos. Poderia parecer ao aluno que, em sendo igual o número de cargas elétricas positivas e negativas na bolinha, a força de atração fosse igual a de repulsão e não devesse haver movimento. Isso não acontece, porque a quantidade de carga de um só sinal existente no bastão eletrizado é maior do que a existente na bolinha e, portanto, haverá atração, isto é, tendência da bolinha a aproximar-se do bastão. Insistindo, ainda neste ponto, vamos recorrer a um exemplo numérico. Suponhamos que a bolinha tenha 5 elétrons e 5 prótons, portanto, esteja em estado neutro. Admitamos que, após atritado, o bastão de vidro fique com 10 elétrons. Então, quando se aproxima o bastão da bolinha,
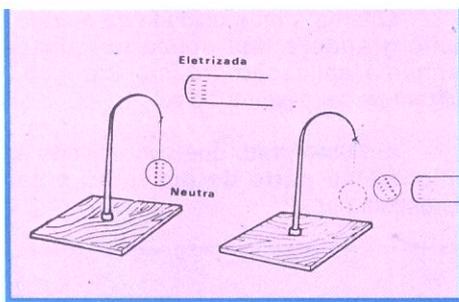
Figura 17 - Atração de dois corpos com cargas elétricas diferentes.

os 5 prótons desta última são atraídos pelos 10 elétrons do bastão. Como 10 cargas têm mais força de atração que as 5, a bolinha aproxima-se do bastão. Na figura 17, ilustramos o exemplo.

c) Eletrização por contato

Mostramos que a bolinha, após tocar no bastão, é repelida. Vejamos porque.

Para maior facilidade, vamos considerar ainda, o exemplo numérico do item anterior. Deixemos que a bolinha com 5 cargas negativas e 5 positivas entre em contato, ou seja, toque no bastão com carga negativa. Quando isso se dá, as 5 cargas positivas da bolinha neutralizam-se com 5 negativas do bastão; portanto, a bolinha, que era neutra, passa a ser negativa e, como o bastão ainda é negativo, porque possui 5 cargas negativas, haverá repulsão, como foi observado em nossas experiências.

Convém notar que, se o bastão fosse de resina plástica (pente, em nosso exemplo), o efeito seria o mesmo, ou seja, repulsão da bolinha. Entretanto, as cargas negativas da bolinha é que seriam neutralizadas.

6 - Comentário sobre a denominação de eletricidade positiva e negativa

Nós afirmamos que a eletricidade que apareceu no vidro atritado foi chamada de **positiva** e a de resina, **negativa**. Entretanto, das explicações anteriores ficou claro que o vidro atritado fica com excesso de elétrons, **que são cargas negativas**. Logo, é evidente que a eletricidade do vidro é **negativa**, e não positiva. Como este fato foi comprovado muito tempo depois da descoberta da eletricidade pelos sábios gregos, conservam-se até hoje as classificações dadas para eletricidade vítrea e a resinosa, **embora se saiba que estão trocadas.**

7 - A corrente elétrica

Até aqui temos afirmado constantemente que a corrente elétrica é o movimento das cargas elétricas. Podemos agora, com muito mais propriedade, afirmar que: a corrente elétrica é o **movimento dos elétrons**.

Corrente Elétrica = Elétrons em movimento

8 - Sentido da corrente elétrica

a) Convencional

Como se convencionou que a eletricidade do vidro é positiva, admitiu-se que as cargas elétricas (elétrons) se moviam do vidro (potencial mais alto) para a resina, ou seja, do **positivo para o negativo**.

Sentido Convencional - do positivo para o negativo.

b) Verdadeiro

Depois do que vimos no item 6, percebemos que o sentido verdadeiro do movimento dos elétrons é do **negativo para o positivo.**

Sentido Real - do negativo para o positivo.

Observação:

Como o sentido da corrente não altera a solução prática dos problemas de eletricidade, até hoje se tem mantido o **sentido convencional**; logo, o aluno não deve estranhar quando, em nossos circuitos, indicarmos como sentido da corrente aquele que vai do positivo para o negativo.

9 - Aplicações práticas do conceito de carga elétrica

Todas as descobertas científicas sempre têm aplicações práticas que beneficiam a humanidade. No caso da eletricidade, elas são inumeráveis. A explicação dos fenômenos elétricos com base na teoria dos elétrons permitiu um desenvolvimento enorme da ciência elétrica, com aplicações práticas das mais relevantes, tais como rádio, TV, radar, etc. Como estudaremos algumas dessas aplicações com detalhes, vamos citar, a seguir, duas utilíssimas, de observação corrente, que, mesmo não sendo objeto de nosso curso, são exemplos da utilidade dos conceitos que estudamos.

a) Pára-raios

Em conseqüência dos deslizamentos entre camadas de nuvens, o que acontece mais freqüentemente nos prenúncios de tempestades, elas se carregam fortemente de eletricidade.

Figura 18 - Pára-raios.

Então, saltam intensas descargas entre as nuvens de eletricidade de sinais opostos. Essas descargas são conhecidas como **raios**. A maior parte dos raios saltam de uma nuvem a outra e produzem uma luminosidade que conhecemos como **relâmpago**. A descarga produz um grande desprendimento de calor, que dilata o ar e provoca o som que chamamos de **trovão**.

Quando os raios acontecem entre a nuvem e a terra, tornam-se imensamente perigosos, devido à enorme quantidade de eletricidade que se escoa. Um modo de proteção contra os raios consiste na instalação de pára-raios (figura 18).

Estes são constituídos de barras de metal de pouco mais de um metro, colocadas na parte mais alta do edifício que se deseja proteger, ligados à terra através de condutores de grande diâmetro.

Quando uma nuvem com carga positiva passa perto do pára-raio, aparecem nele cargas elétricas de sinais contrários aos da nuvem. Então, a carga da nuvem é atraída e dá-se o raio. Desta maneira, a nuvem é "descarregada" para a terra e não produz os efeitos maléficos que se conhecem.

É aconselhável, em caso de tempestade, tomar chuva ao invés de abrigar-se sob árvores muito altas, porque estas "atraem" o raio.

b) Proteção de caminhões-tanque

Se aluno já teve a oportunidade de ver um desses caminhões que transportam combustível, certamente observou que possuem uma corrente metálica que se arrasta no chão. A finalidade dessa corrente é "descarregar" para a terra as cargas elétricas que aparecem, em conseqüência de atrito do combustível com as paredes do tanque, devido aos balanços. Se não houvesse essa corrente, poderia acontecer o seguinte: o tanque fica eletrizado pelo atrito do líquido em suas paredes. Como os pneus são de borracha (isolante, portanto), as cargas não se "escoam". Quando o operador, com os pés na terra, toca na parte metálica do caminhão, geralmente no registro de descarga, solta uma faísca que pode incendiar o combustível. A corrente evita esses

inconvenientes.

10 - Distribuição das cargas elétricas nos corpos

Quando se comunicam cargas elétricas a um corpo, essas cargas têm tendência a ocupar a maior área possível, que é, evidentemente, a superfície externa. Assim, se eletrizarmos uma caixa, dentro dela não haverá cargas elétricas, mas somente por fora. A explicação disso é a seguinte: Todo corpo eletrizado tem cargas só de mesmo sinal: cargas de mesmo sinal repelem-se; logo, procuram distanciar-se entre si, ocupando a maior superfície. Evidentemente, a maior superfície é a externa.

Esse fato é bastante utilizado em eletricidade, quando se deseja proteção contra ação de cargas exteriores, como na proteção de instrumentos sensíveis contra campos elétricos, por exemplo.

II - Os capacitores

O estudo das cargas elétricas, que fizemos, permite-nos apresentar um componente de aplicação constante em todos os circuitos de eletrônica, que é o **capacitor**, vulgarmente conhecido como condensador. Aconselhamos o aluno a empregar sempre a primeira denominação, pois é mais correta. O capacitor cumpre inúmeras finalidades nos circuitos eletrônicos. É utilizado no bloqueio de corrente contínua para livre passagem de corrente alternada, como reservatório de cargas nos circuitos de filtro, como tanque nos circuitos osciladores, etc., como o aluno terá oportunidade de aprender, no desenvolvimento do nosso curso. Por ora, analisaremos apenas o princípio de funcionamento e os detalhes construtivos dos capacitores.

1 - Capacitância

Suponhamos que se coloquem duas placas de metal em paralelo, sem que se toquem, como mostramos na figura 19. Essas placas chamam-se **armaduras** e o conjunto, **capacitor**. Liguemos essas duas placas a uma bateria. Como sabemos que as duas placas não se tocam, não haverá passagem de corrente elétrica, ou, melhor dizendo, não deveria haver passagem de corrente elétrica. Admitamos que, após certo tempo, tempo esse que corresponde ao de carga do capacitor, sejam medidas as tensões nas placas e na bateria. Verifica-se que não há diferença nas medidas; conseqüentemente, não está passando corrente.

Figura 19 - Armaduras como exemplo de um capacitor.

Agora, desliga-se a bateria e mede-se novamente a diferença de potencial entre as placas. Verifica-se que ela é igual à da bateria. Ora, o fato de existir essa diferença de potencial indica que as placas acumularam cargas elétricas, além de que uma delas tem cargas negativas e a outra, positivas. Para maior facilidade de raciocínio, admitamos que o capacitor tenha acumulado duas cargas elétricas, quando a ele aplicou-se 1 volt de diferença de potencial. Em uma segunda prática, unamos entre si os terminais do capacitor. É claro que as cargas positivas e negativas se anulam e temos, então, o que se chama de **descarga do capacitor**. Uma vez descarregado, apliquemos ao nosso capacitor uma diferença de potencial de 2 volts. Esperemos o tempo necessário para que se carregue. Feito isto, determinemos, por um processo qualquer que no momento não tem importância, a nova quantidade de carga. Verificamos que ela é duas vezes maior que a anterior, ou seja, 4 cargas. Agora, em experiências iguais à descrita, mas com outras diferenças de potencial, medimos sempre a quantidade de carga. Verificamos que, para 3 volts, encontramos 6 cargas; para 4 volts, 8 cargas; para 5 volts, 10 cargas; e assim por diante. Observando atentamente esses números, notamos uma particularidade interessante, ou seja, a relação, isto é, a divisão entre a quantidade de cargas que o capacitor acumulou e a diferença de potencial aplicada é constante e sempre a mesma, nas diversas experiências, isto é, 2, pois, 2 dividido por 1 resulta 2; 4 dividido por 2 também dá 2, e assim por diante.

Depois disso, podemos definir a **capacidade** ou **capacitância** de um capacitor da seguinte maneira:

> Chama-se **capacitância** de um capacitor a relação (divisão) entre a quantidade de carga acumulada e a diferença de potencial aplicada às suas armaduras.

2 - Unidade de medida

A unidade de medida da capacitância é chamada de **farad**, em homenagem ao grande sábio inglês Michael Faraday, sendo representada pela letra F.

> FARAD = F

O farad é uma unidade de medida muito grande e tem pouca ou quase nenhuma aplicação prática. Por isso, utilizam-se seus submúltiplos:

a) **Microfarad**, que corresponde à milionésima parte de um farad e se representa por μF.

$$\text{Microfarad } (\mu F) = \frac{1}{1.000.000} F$$

b) **Picofarad,** que equivale à milionésima parte do microfarad e se representa por pF (picofarad). Usou-se muito a denominação micromicrofarad, mas, atualmente, tem-se preferido picofarad (pF), por ser mais curta, tanto na leitura como na abreviação.

$$\text{Picofarad (pF)} = \frac{1}{1.000.000.000.000} F$$

Afora esses dois submúltiplos do farad, normalmente o aluno encontrará, com bastante freqüência, o nanofarad.

c) **Nanofarad**, cuja notação é nF e corresponde à milésima parte do microfarad, ou seja, é um submúltiplo que está entre o microfarad e o picofarad.

$$\text{Nanofarad (nF)} = \frac{1}{1.000.000.000} F$$

3 - Analogia hidráulica da unidade

Continuando com as comparações hidráulicas que às vezes fazemos, podemos comparar a capacitância com um reservatório (caixa d'água). Assim, no caso da água, a bomba é a energia que movimenta a água, depositando-a no reservatório. No caso da eletricidade, a pilha é a energia que movimenta as cargas elétricas, depositando-as no capacitor.

Grande volume de água enche um lago. Grande volume de cargas elétricas conduz a um farad. Um pequeno volume de água enche, por exemplo, um barril. Um pequeno volume de cargas enche, por exemplo, um capacitor de um microfarad. Já muito pouca água enche, por exemplo, um dedal, e muito poucas cargas carregam, por exemplo, um capacitor de um picofarad.

Quando se diz que uma coisa é muito grande, ela deve ser tomada em comparação a outra. Por isso, para se ter idéia da enormidade do **farad**, basta dizer

que, **para que uma esfera tenha capacitância de um farad, ela deve ser maior que a Terra.**

4 - De que depende a capacitância de um capacitor

Das experiências dos itens anteriores, podemos concluir que a capacitância não depende da diferença de potencial aplicada às armaduras do capacitor. Isto é fácil de concluir, porque, quando se aumenta ou se diminui a tensão nas armaduras, também aumenta ou diminui a quantidade de carga acumulada, de modo que a relação entre a tensão e a quantidade de carga, que, por definição, é a **capacitância**, continua sempre a mesma.

Desta afirmativa não vá o aluno concluir que um capacitor construído para funcionar em 50 V possa ser ligado em 500 V. Claro que não, pois, embora a capacitância permaneça a mesma nas duas tensões, o capacitor de 50 V rompe-se (estraga-se), ao ser ligado em 500 V.

A capacitância do capacitor depende:

a) das dimensões (área) das armaduras.

Para demonstrar que assim é, basta construir capacitores com armaduras de áreas diferentes e medir a quantidade de carga que elas acumulam, quando submetidas à mesma diferença de potencial. Por exemplo, construamos um capacitor com duas placas de 100 centímetros quadrados de área, ou seja, placas de 10 cm de lado, colocando-as face a face e, distanciadas entre si de 1 cm. Agora, construamos outro capacitor de 400 centímetros quadrados de área, isto é, placas de 20 centímetros de lado, e também coloquemos essas placas face a face, na mesma distância anterior de 1 cm. (Veja na figura 20.) Ligando os dois capacitores assim construídos a uma determinada diferença de potencial, que pode ser a mesma para os dois ou não, e dividindo o valor da quantidade de carga
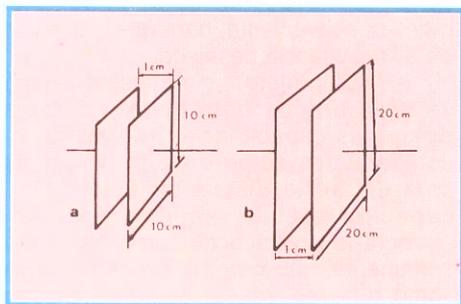
Figura 20 - A capacitância de um capacitor depende da área das placas, . . .

acumulada pela diferença de potencial em cada capacitor, vamos observar que o capacitor número dois, isto é, o que tem lado duas vezes maior e área quatro vezes maior, tem capacidade quatro vezes maior que o primeiro. Isto demonstra que a **capacitância depende diretamente da área das armaduras**.

b) do dielétrico

Chama-se de **dielétrico** de um capacitor a substância isolante que está colocada entre suas armaduras.

A capacidade do capacitor também depende dessa substância.

Nas experiências teóricas que citamos até aqui, com a intenção única de diminuir a dificuldade para entendimento da capacitância, temos empregado como dielétrico o **ar**. Embora existam, na prática, capacitores cujo dielétrico é o ar, quando se desejam grandes capacidades são utilizados outros materiais como dielétrico, tais como mica, plástico, poliéster, cerâmica, vidro, óleo, etc.

Para observar como varia a capacitância com o tipo de dielétrico, recorramos ainda às experiências.
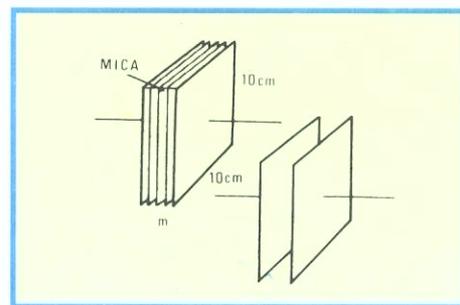
Figura 21 - . . . do dielétrico usado e de sua espessura.

Admitamos que, sendo o ar o dielétrico, no capacitor número um do exemplo anterior, tenhamos encontrado capacitância de 8,86 pF. Agora, vamos preencher o espaço entre as duas armaduras, com mica, como ilustramos na figura 21. Aplicando ao capacitor assim formado uma diferença de potencial, medindo a quantidade de carga acumulada e dividindo pela tensão essa quantidade, vamos encontrar para nova capacitância o valor de 53,16 pF. Isto significa que a mica fez a capacitância aumentar de 6 vezes. Se tivesse sido usado como dielétrico o "teflon", que é um plástico, o aumento teria sido de duas vezes.

Disso se conclui que a **capacitância** depende do tipo de dielétrico utilizado.

c) da espessura do dielétrico

Inicialmente, devemos esclarecer que se chama de espessura do dielétrico a distância entre as armaduras. Vamos mostrar que a capacitância depende dessa espessura: para tanto, também lançamos mão das experiências.

Consideremos, então, o capacitor com dielétrico de ar e área de 100 centímetros quadrados de armadura. Vimos que, quando essas armaduras estão distanciadas uma da outra de um centímetro, a capacitância é de 8,86 pF. Agora, em outra experiência, vamos conservar as dimensões das placas e o dielétrico de ar e aproximar as armaduras entre si, de modo que a distância entre elas passe a ser de 0,5 cm (meio centímetro). Neste caso, ainda medindo a diferença de tensão aplicada, a quantidade de cargas acumuladas e dividindo a segunda pela primeira, vamos encontrar que a capacitância é de 17,72 pF, ou seja, duas vezes a anterior. Notamos então que, **dividindo** a espessura pela metade, a capacitância **dobrou** de valor. Se desejarmos efetuar outra experiência semelhante, poderemos dobrar a espessura do dielétrico, isto é, aumentar a distância entre as armaduras para 2 cm. Nesta situação, medindo novamente a capacitância, vamos encontrar 4,43 pF, ou seja, a metade do valor encontrado quando a espessura era de 1 cm. Isto nos leva a concluir que, **aumentando** a espessura do dielétrico, a capacitância **diminui**. A conclusão a que chegamos é a de que a **capacitância varia inversamente com a espessura do dielétrico**.

Observação:

Do exposto até aqui, poder-se-ia concluir erroneamente que o capacitor é sempre constituído por duas placas planas e paralelas. Isto não é verdade. Aliás, como o aluno verá na lição prática, quando se desejam grandes capacidades em pequenos volumes, as placas (armaduras) são dispostas em espiral. Diremos, ainda, que nem é preciso que sejam placas, para existir o efeito da capacitância. Basta que tenhamos dois ou mais corpos com qualquer forma e entre eles exista diferença de potencial, para que se tenha o efeito da capacitância. O aluno verá, por exemplo, que na ligação de componentes de rádio através de fios, estes fios formam com o chassi uma pequena capacitância, a qual, em freqüências elevadas, pode mudar completamente o comportamento do circuito.

Além disso, qualquer componente, mesmo o resistor que o aluno conhece, possui uma pequena capacitância.

Em conclusão, diremos que se dá o nome de **capacitor** a qualquer corpo utilizado tendo em vista o aproveitamento de sua capacitância.

5 - Explicação do efeito capacitivo, com apoio na teoria dos elétrons

Consideremos a figura 22, onde se vê um capacitor formado por duas placas planas e paralelas.

A placa A está ligada a uma fonte de corrente contínua, que em nossa figura chamamos de bateria, através de uma
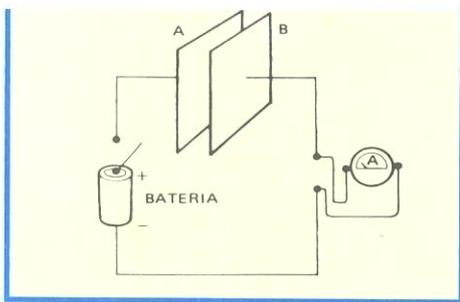
Figura 22 - Carga de um capacitor.

chave **ch**, que permitirá interromper o circuito, quando desejarmos. A placa B está ligada ao pólo negativo da bateria, tendo em série um medidor de corrente. Certamente, com a chave **ch** desligada, o medidor de corrente não acusa passagem de qualquer corrente. Quando se liga a chave **ch**, à primeira vista, também não deveria passar corrente, porque as duas placas não se tocam e o ar, em tal circunstância (baixa tensão entre A e B e ambiente seco) não é condutor. Contudo, o operador iria observar que o ponteiro do medidor de corrente dá um salto brusco no momento em que se liga a chave, mostrando que está passando corrente, e, em seguida, cai lentamente, até a posição de repouso, indicando que não há mais passagem. É quando dizemos que o capacitor está **carregado**.

Como explicar esse acontecimento, se não existe ligação material alguma entre as placas A e B? A rápida introdução que demos, sobre a teoria dos elétrons, nos permite fazê-lo. Vejamos.

Inicialmente, as placas A e B estão no estado neutro, ou seja, em cada uma existe igual quantidade de cargas elétricas negativas (elétrons) e positivas (prótons). Quando se fecha a chave **ch** liga-se a placa A ao pólo positivo da bateria, em que, como sabemos, há falta de elétrons. Este pólo, então, retira os elétrons da placa A, a qual fica positivada. O pólo negativo da bateria tem excesso de elétrons (cargas negativas) e como os elétrons procuram ocupar sempre a maior área possível, eles se encaminham para a placa B, passando pelo medidor de corrente, que os acusa.

Devemos observar o seguinte:

1º) No momento em que se liga a chave à placa B, há muito espaço em sua área; dessa forma, o maior número possível de elétrons encaminha-se para ela e é por isso que a corrente inicial é grande.

2º) À medida que vai escasseando o espaço, a quantidade de elétrons que a placa aceita vai diminuindo, até não receber mais nenhum. É quando o capacitor está carregado.

3º) A quantidade de elétrons que é retirada da placa A é igual àquela que é depositada na placa B.

4º) A corrente que o instrumento acusa não passa através do dielétrico, mas somente no circuito externo do capacitor, ou seja, da placa A para a B, através da pilha.

5º) Estas explicações permitem entender o porquê de a capacitância depender da área das placas. De fato, quanto maior a área, mais cargas ela pode conter.

6º) Embora esta teoria pareça muito simples, o aluno deve estar perguntando: E o dielétrico, que papel desempenha nela? Além disso, o efeito deverá ser o mesmo, se as duas placas, A e B, estiverem em qualquer posição e distância?

Realmente, a coisa é um pouco mais complicada do que parece, mas pode, mesmo assim, ser conceituada com fundamento na teoria das cargas, que já vimos.

De fato, quando as duas placas estão face a face e ligadas à bateria, aparece o efeito da indução, isto é, a placa A, positiva, atrai os elétrons da B, negativa, e a B, negativa, atrai os prótons da A. Esta ação facilita a retirada de elétrons pelo pólo + (positivo) da bateria e o fornecimento pelo pólo - (negativo) à placa B.

Além disso, essa ação depende da distância, ou seja, quanto mais próximas as placas, maior é o efeito da indução e mais facilitado o movimento das cargas. Isso explica porque a capacitância depende da distância entre as armaduras.

7º) Falta explicar porque o tipo de dielétrico também tem influência na capacitância. Isto não é difícil. De fato, o dielétrico é uma substância, em estado inicialmente neutro, que possui elétrons e prótons em igual número. Quando colocados entre as duas placas, esses elétrons e prótons orientam-se em virtude da aplicação da diferença de potencial da bateria, e as cargas negativas (elétrons) encaminham-se para a placa A e as positivas, para a B. Isso aumenta a corrente inicial, ou seja, a quantidade de cargas que as placas armazenam.

Como a quantidade de elétrons e prótons depende do tipo de material usado, fica explicado porque a capacitância depende do dielétrico.

6 - Classificação dos capacitores

Os capacitores podem ser classificados levando-se em conta a variação da capacitância, o tipo de dielétrico e o formato físico dos mesmos.

a) **Quanto à variação da capacitância**, eles podem ser:

Capacitor fixo - Como o nome sugere, é aquele cuja capacitância não varia. Na figura 23, mostramos um tipo muito comum de capacitor fixo, de poliéster, e sua representação esquemática, ou seja, o símbolo de desenho.

Capacitor variável - É aquele cuja capacitância pode ser variada continuamente. Na figura 24, mostramos um capacitor variável duplo e seu símbolo gráfico.

Capacitor semivariável - Corresponde ao tipo de capacitor cuja capacitância pode ser ajustada. Na prática, esse tipo de capacitor recebe o nome de "padder" ou "trimmer". Na figura 25 mostramos um tipo de "trimmer" com dielétrico de mica e seu símbolo gráfico.

b) **Quanto à forma física** - costuma-se classificar o capacitor em: tubular, de disco, plano, moldado, de passagem, "pin-up" (lê-se "pinâp"), etc. Na figura 26 mostramos um capacitor do tipo de disco cerâmico.

c) **Quanto ao material utilizado como dielétrico**, os capacitores podem ser: a óleo, de cerâmica, eletrolíticos, etc., recebendo, às vezes, denominações particulares, registradas pelos fabricantes, tais como "mylar", "teflon", "styroflex", etc.

7 - O capacitor no circuito - Associações

Os capacitores, como afirmamos no início desta lição, são extensamente utilizados nos circuitos de eletrônica. O tipo de capacitor e de dielétrico depende de onde ele atue e o valor da capacitância é determinado pelo projetista. Em razão disso, o aluno deve acostumar-se a empregar, em suas montagens ou nas substituições, capacitores exatamente iguais aos especificados. Muitas vezes, principalmente em alta freqüência, a substituição de um capacitor de "poliéster", por exemplo, por um de papel ou de cerâmica pode alterar completamente o funcionamento do aparelho, mesmo que o capacitor substituído esteja em bom estado e tenha valor rigorosamente igual ao substituído.

Em outras situações, pode acontecer que se queira um determinado valor de capacitância, fora dos comerciais, e que se disponha de certo número de capacitores, com os quais se deseja formar a capacitância necessária. Nesse caso, deve-se lançar mão da **associação** de capacitores, ou seja, ligá-los de maneira conveniente, para que o conjunto dê a capacitância desejada.

Nos projetos, o projetista sempre se vê a braços com esse problema, porque as capacitâncias **residuais** dos componentes sempre estão presentes, seja em série ou em paralelo com o capacitor efetivo, sendo necessário associá-los para o cálculo final. Este, certamente, não é problema de um curso como o nosso, mas o aluno deve saber associar capacitores, para o caso de uma eventualidade.

8 - Associações

Os capacitores podem ser associados em série, em paralelo e em
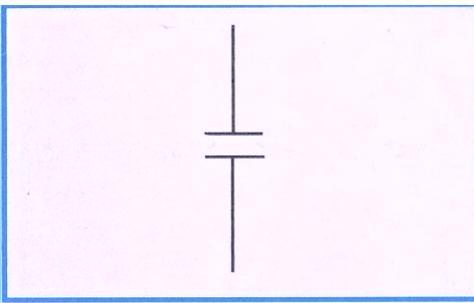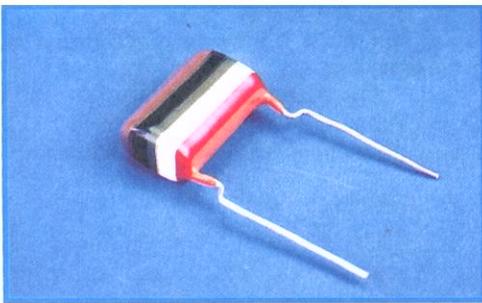
Figura 23 - Capacitor fixo, despolarizado, de poliéster e sua representação gráfica.
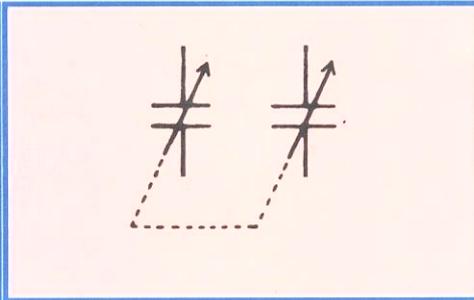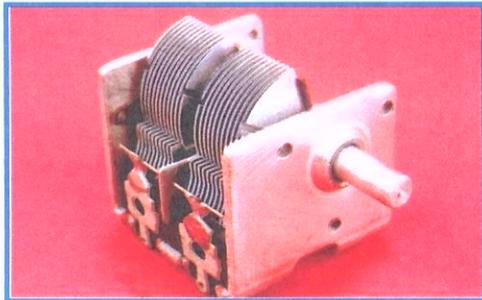
Figura 24 - Capacitor variável duplo e seu símbolo gráfico.
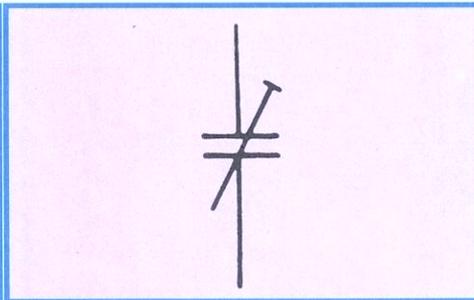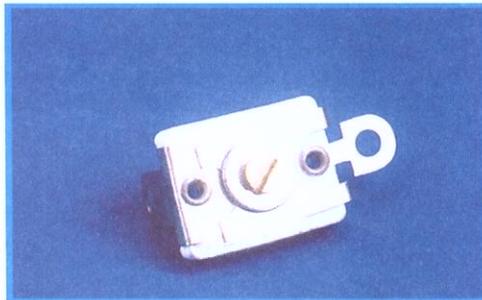
Figura 25 - Trimmer e seu símbolo.
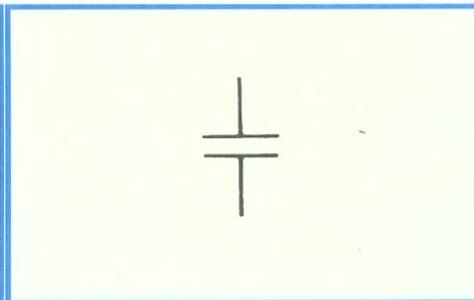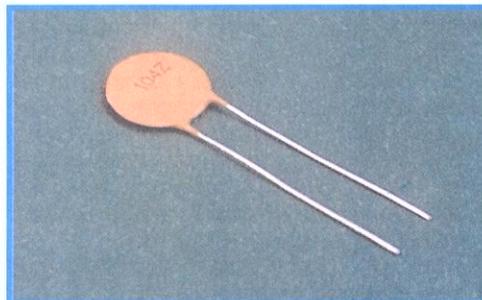
Figura 26 - Capacitor fixo, despolarizado, de Disco Cerâmico e seu símbolo.

série-paralelo ou associação mista.

Associação em série

Nesta associação, uma armadura de um capacitor é ligada a uma do seguinte; a outra deste último, a uma do que lhe segue, e assim sucessivamente como mostramos na figura 27. Note o aluno que representamos uma associação de 2 capacitores e desenhamos o circuito esquemático.

São particularidades dessa associação:

a) A capacitância resultante, ou seja, aquela que sozinha substitui a dos dois, é dada pelo produto das capacidades, dividido pela sua soma. Por exemplo, sendo um capacitor de 6 μF e o outro de 3 μF, o capacitor que sozinho substitui esses dois vale:

$$Cr = 6 \times 3 \div (6 + 3) = 18 \div 9 = 2\ \mu F$$

Deste exemplo o aluno pode concluir outra propriedade, ou seja:

b) A capacitância resultante desta associação sempre é menor que a menor capacitância dos capacitores do circuito.

c) Quando se aplica uma diferença de potencial nos terminais da associação, que correspondem aos terminais livres do primeiro e último capacitor, essa diferença de potencial reparte-se entre os capacitores, de maneira que o que possuir menor capacitância receberá maior parcela de tensão. Esta particularidade deve ser observada sempre que se faz uma associação em série, porque, se não for levada em conta, poderá danificar o capacitor de valor mais baixo. Vamos insistir nisso, dando um exemplo numérico simples. Suponhamos que os dois capacitores da figura 27 foram construídos com as seguintes especificações.

C1 - 6 μF - 75 V
C2 -3 μF - 50 V

e que a tensão que vamos aplicar entre os terminais **a** e **b** seja de 100 V. À primeira vista, como um pode funcionar até 75 V e o outro em 50 V, parece que a associação pode ser ligada em 125 V (75 + 50), sem nenhum problema. Veremos que assim não o é. Raciocinemos: a capacitância total da associação é, como vimos, de 2 μF. Essa capacitância equivalente está ligada a uma diferença de tensão de 100 V; logo, podemos determinar a quantidade de carga. De fato, se para definir a capacitância dividimos a quantidade de carga pela diferença de potencial aplicado é fácil concluir que, para calcular a quantidade de cargas, basta **multiplicar** a capacitância pela diferença de potencial: logo, a quantidade de carga em cada capacitor é de:

2 μF x 100 V = 200 μC (μC = microcoulomb)

A quantidade de carga em cada capacitor é, portanto, de 200 μC. Podemos, então, determinar qual deve ser a tensão em cada um, para que eles adquiram essa carga. Para calcular a tensão, basta dividir a quantidade de carga pela capacitância. Assim, para os dois capacitores, teremos:

1) 6 μF

$$V = \frac{200\ \mu C}{6\ \mu F} = 200 \div 6 = 33{,}33\ V$$

2) 3 μF

$$V = \frac{200\ \mu C}{3\ \mu F} = 200 \div 3 = 66{,}66\ V$$

Como se confirma, o capacitor de menor capacidade, será submetido à
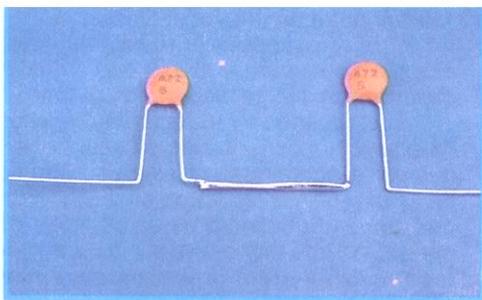
Figura 27 - Associação em série de capacitores e seu circuito esquemático.

Figura 28 - Associação de capacitores em paralelo e sua representação gráfica.

Figura 29 - Associação mista de capacitores e sua representação esquemática.

Figura 30 - Capacitor eletrolítico polarizado e seu simbolo.

tensão de aproximadamente 66,66 V e se estragará (entrará em curto-circuito), porque ele foi construído para trabalhar com o máximo de 50 V. É óbvio que, se isto acontecer, o de 6 μF ficará sob a diferença de potencial de 100 V e também se estragará.

Associação em paralelo

Neste tipo de ligação, os capacitores têm todos os terminais de uma das armaduras unidos entre si, e todos os da outra também unidos entre si, como mostramos na figura 28, onde aparece uma associação de 3 capacitores em paralelo.

Neste tipo de associação, as particularidades são:

a) A capacitância equivalente é igual à soma de todas as capacitâncias, portanto, maior do que qualquer capacitância da associação.

b) A diferença de tensão aplicada à associação é a mesma, para todos os capacitores.

Assim, se os capacitores da figura 28 tivessem, respectivamente, 5, 10 e 3 μF de capacitância, a associação teria:

$$5 + 10 + 3 = 18\ \mu F$$

Se a tensão aplicada entre os terminais **a** e **b** for de 200 V, todos os capacitores estarão submetidos a essa mesma tensão.

No caso de uma associação desse tipo, o aluno deve sempre observar se todos os capacitores têm tensão de trabalho igual ou superior ao valor que se vai aplicar, pois, em caso contrário, o que for de menor tensão entrará em curto-circuito.

Associação mista

Este tipo de associação de capacitores é a combinação da associação em série e da associação em paralelo. Na figura 29, mostramos uma associação mista de três capacitores, com seus respectivos símbolos.

Em conseqüência do modo de ligação, esta associação goza das propriedades dos dois tipos de associação que estudamos.

9 - Polaridade dos capacitores

Nas experiências que citamos até aqui, o aluno notou (figura 22) que ligamos o pólo positivo da bateria à placa A e o negativo, à placa B. De imediato, surge a pergunta: E se invertermos, ou seja, ligarmos a placa B ao positivo e a placa A ao negativo da bateria, o que acontecerá? A resposta é que, de um modo geral, não acontecerá nada, ou seja, na grande maioria dos capacitores que se empregam na prática, as placas, ou melhor dizendo, as armaduras, não têm polaridade definida e, portanto, é indiferente o modo de ligação.

Mas, existe uma exceção: A família dos **capacitores eletrolíticos**, que veremos melhor na lição prática. Dizemos que esses capacitores são polarizados e, portanto, as suas armaduras têm polaridades definidas, devendo ser respeitadas, sob pena de inutilização definitiva do componente.

Na figura 30, mostramos um capacitor eletrolítico polarizado, com seu respectivo símbolo gráfico.

Para encerrar esta lição, devemos lembrar ao aluno que, exatamente como se fez para os resistores, os terminais de ligação dos capacitores também são chamados de **lides**.

CURSO DE ELETRÔNICA BÁSICA RÁDIO - TV

4ª LIÇÃO PRÁTICA

DETALHES PRÁTICOS DOS CAPACITORES

I - Introdução

Nesta lição, vamos analisar os capacitores do ponto de vista prático, ou seja, considerando os tipos preferenciais, suas características mais importantes, o modo de identificá-los, etc. Não nos preocuparemos com as aplicações nos circuitos eletrônicos, porque são variadíssimas e serão estudadas no desenvolvimento do curso, à medida que os circuitos forem sendo apresentados.

A nossa intenção maior, com esta lição, é fornecer ao aluno os elementos necessários para que possa identificar e, se for o caso, adquirir capacitores para suas montagens ou substituições, com perfeito conhecimento do assunto.

II - Tipos usuais de capacitores

Vamos descrever aqui os tipos de capacitores com os quais o aluno se defrontará freqüentemente, em seus trabalhos técnicos. Fá-lo-emos sucintamente e por ordem de importância nas aplicações gerais.

1- Capacitor de papel

Vimos, na lição anterior, que a capacitância do capacitor depende da área das armaduras e do tipo e espessura do dielétrico. Nesta circunstância, quando se deseja grande capacitância, é necessário que as armaduras tenham área grande e pequeno espaçamento entre si. Claro está que, se fossemos construir capacitor com chapas metálicas planas, como o tipo que apresentamos na lição anterior e que serviu de base para nossas experiências e definição de capacitância, tal capacitor ocuparia muito espaço, tornando-se impraticável o seu uso. Na prática, faz-se uma construção diferente. Cortam-se duas tiras metálicas (geralmente, alumínio ou estanho), compridas, com área suficiente para que se obtenha a capacitância desejada, e coloca-se entre elas uma tira, também fina, de papel-manteiga ou papel parafinado, conforme mostramos na figura 31. Forma-se, então, um "sanduiche" de três camadas. Em seguida, enrolam-se as camadas, de modo que elas formem um rolo, como mostramos na figura 32. Uma vez terminado o rolo, fixam-se às armaduras
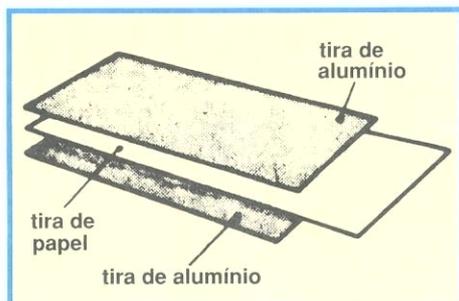
Figura 31 - Construção de um capacitor.

os terminais de ligação, que chamamos de **lides**. Depois, cobre-se o rolo com uma camada de substância protetora, que pode ser asfalto, plástico, vidro, alumínio, etc.

O capacitor construído dessa
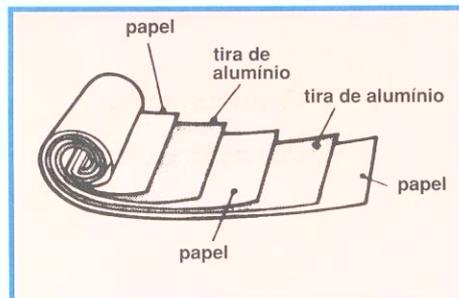
Figura 32 - Maneira de aumentar a capacitância de um capacitor.

maneira recebia o nome de **capacitor tubular de papel**. Atualmente este tipo de capacitor não é mais fabricado. Na realidade, ele não era tubular, pois não era oco; contudo, mantinha-se essa designação. Na figura 33, mostramos o aspecto real de alguns capacitores tubulares. Esses capacitores eram
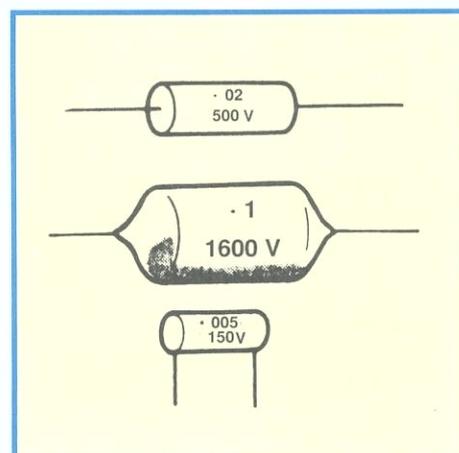
Figura 33 - Alguns capacitores tubulares.

fabricados nos mais variados valores de capacitância, desde 50 pF até 5 μF, e de tensão de trabalho (mais adiante, veremos o que é a tensão de trabalho).

2 - Capacitor a óleo

Este tipo de capacitor tem construção semelhante à do tubular de papel, com a única diferença de que o dielétrico é constituído por uma tira de papel impregnada de óleo especial. Com isso, consegue-se capacitores com propriedades superiores às dos de papel, tais como maior isolação e maior capacidade em um mesmo volume.

Os capacitores a óleo têm aspecto semelhante aos de papel, com a diferença de que sua cobertura deve ser melhor, para que o óleo não vaze. Geralmente, a
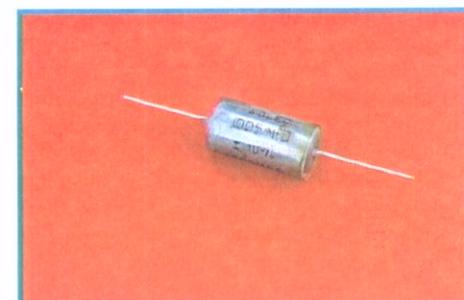
Figura 34 - Capacitor a óleo.

cobertura protetora é de alumínio (figura 34).

Os capacitores a óleo são fabricados para os mesmos valores de capacitância que os de papel.

3 - Outros tipos de capacitores tubulares

Existem no mercado outros tipos de capacitores tubulares, sendo, na construção, em tudo semelhantes aos de papel. Diferem destes últimos somente quanto à natureza do material utilizado como dielétrico, geralmente uma fita de material plástico. Recebem nomes comerciais variados, dependendo do fabricante, tais como: "poliéster", "styroflex", "mylar", etc. São construídos para uma gama imensa de valores, que variam desde 5 pF até 680 KpF.

Os capacitores com dielétrico de plástico são de melhor qualidade que os citados anteriormente (papel e óleo). Seu aspecto físico é semelhante ao de papel, mas, em alguns tipos, a camada protetora

é feita com o próprio plástico de que se fez o dielétrico, geralmente poliestireno, que é transparente e permite distinguir claramente as armaduras.

Quando o aluno trabalhar com capacitor desse tipo, deverá tomar o cuidado de não aquecer demais os lides de ligação e, também, não encostar o soldador no corpo do capacitor, porque o plástico se fundirá e danificará o componente. Na figura 35, apresentamos alguns tipos de capacitores com dielétrico de plástico.

Os capacitores com dielétrico de
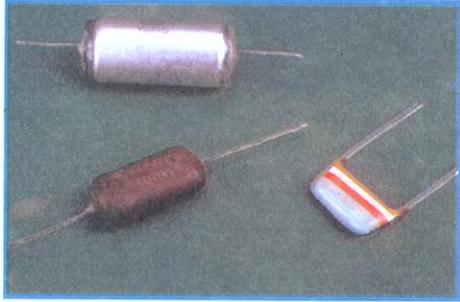
Figura 35 - Capacitores com dielétrico plástico.

plástico são bastante utilizados atualmente em quase todos os circuitos eletrônicos. Há algum tempo, as indústrias nacionais passaram a fabricar o capacitor que se chama de "poliéster metalizado" (figura 36). Tal capacitor consiste de uma tira de "poliéster" (dielétrico), sobre a qual é depositada uma fina camada de metal (armadura). Trata-se de um avanço na técnica de fabricação de capacitores, pois, com eles, consegue-se capacidade alta em pequeno volume e, além disso, têm a capacidade de "auto-recuperação", isto é, a destruição de uma pequena parte do dielétrico, que em outros tipos inutilizaria o capacitor, pondo suas armaduras em curto-circuito, não provoca maiores danos, visto que o dielétrico se recupera por si mesmo. Esses capacitores são fabricados para os mesmos valores dos capacitores comuns de papel.
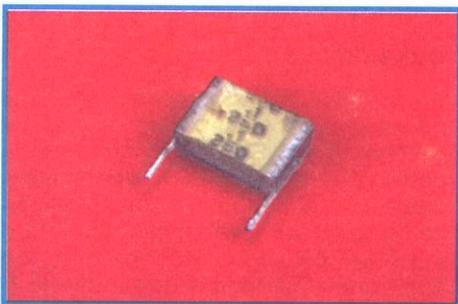
Figura 36 - Capacitor de poliéster metalizado.

4 - Capacitores de cerâmica

Neste tipo, como o nome sugere, o dielétrico é um material cerâmico. Tem larga aplicação prática, devido às suas excelentes qualidades, tais como: muita capacitância em pequeno volume; grande resistência de isolação; baixas perdas etc.

Os capacitores de cerâmica apresentam-se sob os mais variados aspectos, sendo mais comuns os seguintes:

a) Tubulares

Esses capacitores eram realmente tubulares, pois consistiam num "tubo" de cerâmica revestido interna e externamente por uma camada metálica. Essas camadas formam as armaduras e o corpo cerâmico é o dielétrico. Na figura 37, mostramos um capacitor de cerâmica, tubular, em corte e em seu aspecto real. Eram fabricados nos mais diversos valores de capacitância, que iam,
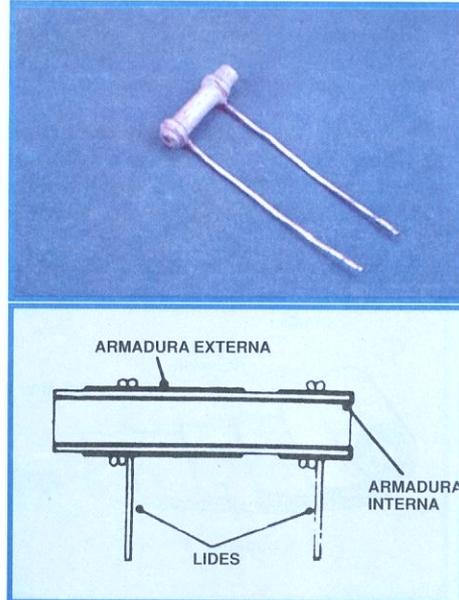
Figura 37 - Capacitor tubular e vista em corte.

geralmente, desde 1 até 10 KpF. No capacitor cerâmico tubular, os lides de ligação são radiais e soldados às armaduras. Como se pode observar pela figura 37 (corte), a armadura interna prolonga-se até uma das extremidades e passa para a superfície externa, para que o lide possa ser soldado.
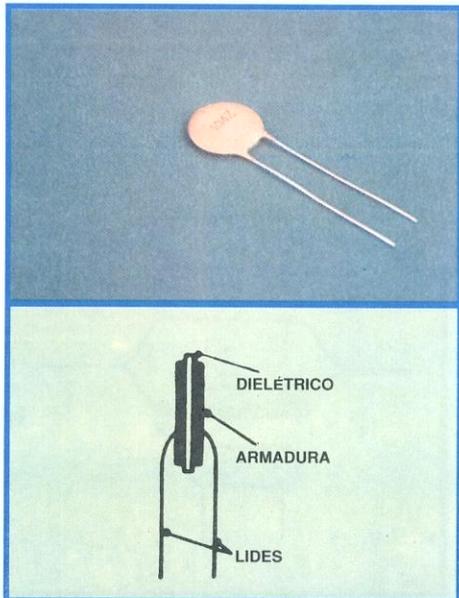
Figura 38 - Capacitor de disco cerâmico e vista em corte.

b) De disco

O capacitor cerâmico do tipo disco é mostrado, tanto em corte como em seu aspecto real, na figura 38. Trata-se de uma pastilha de material cerâmico que funciona como dielétrico, em cujas duas
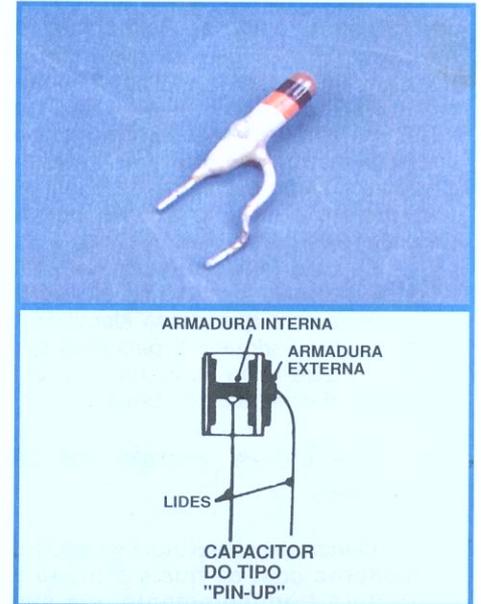
Figura 39 - Capacitor do tipo pin-up e vista em corte.

faces se deposita um metal, geralmente prata, que age como armaduras.

Estes tipos de capacitores são fabricados para diversos valores.

Devemos acrescentar que os capacitores de cerâmica, tanto o tubular como o de disco, após a fixação dos lides, recebem uma camada protetora de resina.
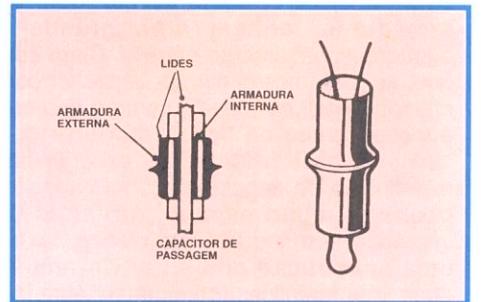
Figura 40 - Capacitor de passagem, e vista em corte.

c) Tipo "pin-up"

Na figura 39, apresentamos, em corte e em seu aspecto real, um capacitor de cerâmica do tipo "pin-up" (lê-se: "pinâp"). Como o aluno pode facilmente deduzir, trata-se de um capacitor de cerâmica, tubular, diferindo do descrito no

item **a** apenas na fixação dos lides de ligação. De fato, no capacitor do tipo "pin-up", um dos lides é radial e o outro axial. Esse sistema de fixação de lides é vantajoso, principalmente quando o capacitor é ligado em circuito impresso (em lições futuras, veremos do que se trata), pois, ficando de pé, ocupa menor espaço horizontal, o que é importante nos aparelhos compactos.

Os valores da capacitância deste tipo de capacitor costumam ir de 100 pF a 10 KpF. Sua superfície externa também recebe a camada protetora.
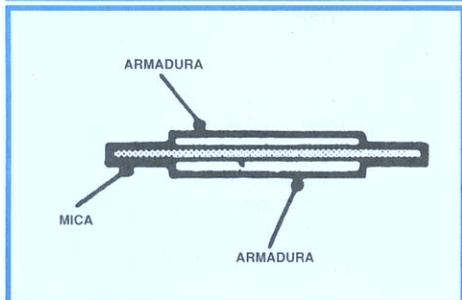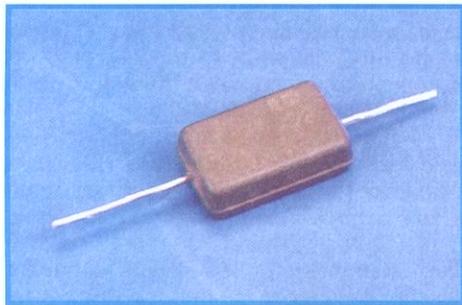
Figura 41 - Capacitor de mica e vista em corte.

d) De passagem

Era um tipo de capacitor cerâmico que tinha muita aplicação em alta-freqüência, tal como em seletor de canais de televisão, circuito de FI (freqüência intermediária), etc. Ele era usado para a passagem de um sinal daí resultando seu nome. Trata-se de um capacitor tubular que tem a armadura interna ligada ao
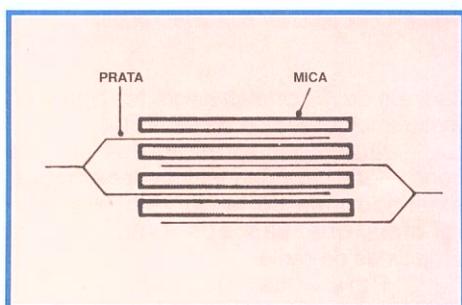
Figura 42 - Construção de um capacitor de mica.

condutor por onde passará o sinal, e a externa ligada diretamente ao chassi. Na figura 40, mostramos o capacitor de passagem, em corte e no aspecto real. Eram fabricados para valores desde alguns até 1 000 pF.

5 - Capacitores de mica

Tais capacitores são construídos tendo como dielétrico uma lâmina de mica e, como armaduras, lâminas metálicas ou o próprio metal (normalmente, a prata) depositado sobre a lâmina de mica. São capacitores de ótimas propriedades elétricas e grande constância de capacidade; excelente isolação e, por isso, muito empregados em eletrônica, principalmente em circuitos de alta freqüência. Na figura 41, apresentamos um capacitor de mica, em corte e no aspecto físico real. Como se pode observar pelo desenho do produto determinado, o capacitor de mica é protegido por um invólucro de material resistente, em geral baquelita.

Quando se necessita de grandes capacidades, os capacitores de mica são ligados em paralelo dentro do próprio invólucro, pois, como vimos na lição teórica, na associação em paralelo as capacitâncias são somadas. Na figura 42, mostramos um capacitor de mica que é formado por dois capacitores em paralelo.

Os lides de ligação do capacitor de mica geralmente são axiais, isto é, são colocados na direção de um eixo paralelo ao plano das placas. Entretanto, são possíveis outras formas.

Os capacitores de mica podem ser, normalmente, fabricados para valores desde 5 pF até 10 KpF.

6 - Capacitores eletrolíticos

Quando se desejam capacitâncias elevadas em volume reduzido, usa-se um tipo especial de capacitor que é o eletrolítico. Basicamente, o capacitor eletrolítico é composto de uma lâmina de alumínio enrolada em espiral, imersa em uma solução sólida, que se chama **eletrólito**, daí resultando o seu nome.

Como para existir o efeito capacitivo são necessárias, no mínimo, duas armaduras, o aluno estará estranhando a nossa descrição do eletrolítico. Na realidade, essa segunda armadura existe, sendo o próprio eletrólito. Expliquemos seu funcionamento:

O eletrólito é bom condutor de
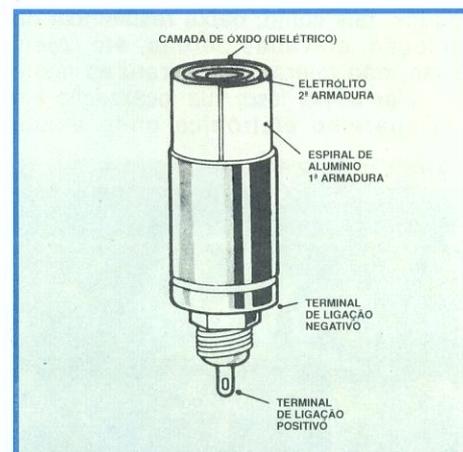
Figura 43 - Capacitor eletrolítico úmido.

eletricidade; conseqüentemente, pode ser usado como armadura. Falta o dielétrico. Este é formado no próprio capacitor, fazendo-se passar uma corrente contínua entre a caneca e a lâmina de alumínio, o que ocasiona a deposição de uma fina camada de óxido (processo em química conhecido como eletrólise) sobre a lâmina de alumínio. Como o óxido é um ótimo isolante, ele forma o dielétrico do capacitor. Fica-se, então, com o seguinte: uma armadura é a lâmina de alumínio; outra armadura, a solução salina (eletrólito); e o dielétrico é a camada de óxido depositada sobre a lâmina.

Como o aluno notou, foi necessário submeter o conjunto a uma corrente contínua, para que ele se tornasse realmente um capacitor. Dizemos, então, que o capacitor foi polarizado, ficando explicada, aqui, a observação importante que fizemos na lição teórica, de que o capacitor eletrolítico é **polarizado**.

Convém notar que, se invertermos os pólos do capacitor eletrolítico na ligação, ocorrerá o fenômeno inverso, isto é, a camada de óxido se desfará e, ficando unidas, neste caso, armadura com armadura, dar-se-á o curto-circuito do capacitor.

Este tipo de capacitor que descrevemos está representado na **figura 43**; constitui o **capacitor elétrolítico úmido**, porque o eletrólito é líquido.

Atualmente, o capacitor eletrolítico úmido cedeu lugar ao eletrolítico seco. Isto foi possível mudando-se a técnica de construção do eletrólito, embora se conserve o mesmo princípio de funcionamento. Essa nova técnica consiste em substituir o eletrólito líquido por um papel absorvente embebido nesse eletrólito e enrolado em lâminas de alumínio. Com este processo conseguem-se algumas vantagens sobre o primeiro, pois o capacitor poderá ser instalado em qualquer posição, sem perigo de vazamento, além de que é possível enrolar várias lâminas e ligá-las em paralelo. Com isso, consegue-se maior capacidade, no mesmo volume, que o eletrolítico úmido.

Na **figura 44**, mostramos o desenho de um eletrolítico seco.

Como se percebe pela figura, existe uma armadura de alumínio não oxidada que está em íntimo contato com o papel absorvente e que serve para facilitar o contato do eletrólito com o terminal de ligação negativo.

Os capacitores eletrolíticos são construídos para uma grande variedade de valores, podendo atingir desde 0,22 μF até 10.000 μF.

Existem capacitores eletrolíticos sob variadas formas físicas e, na **figura 45**, mostramos algumas das mais usadas em eletrônica.

Quanto ao modo de colocação no chassi existem dois tipos: um para ser colocado **sob** o chassi e outro **sobre** o chassi.

Quanto ao método de fixação do

desprendimento de calor, tal como o rádio à válvula, deve merecer maiores cuidados.
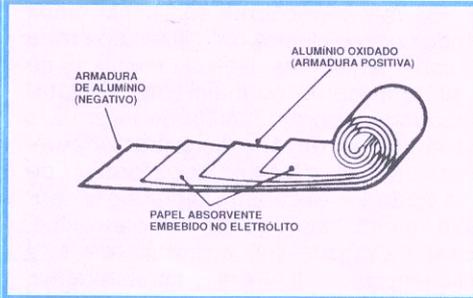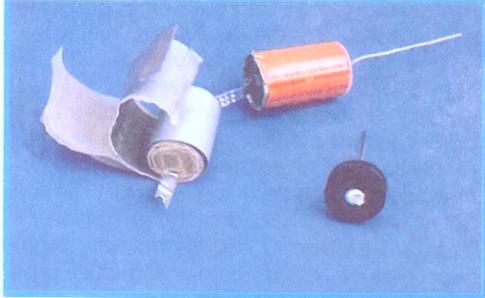
Figura 44 - Capacitor eletrolítico seco e sua construção.
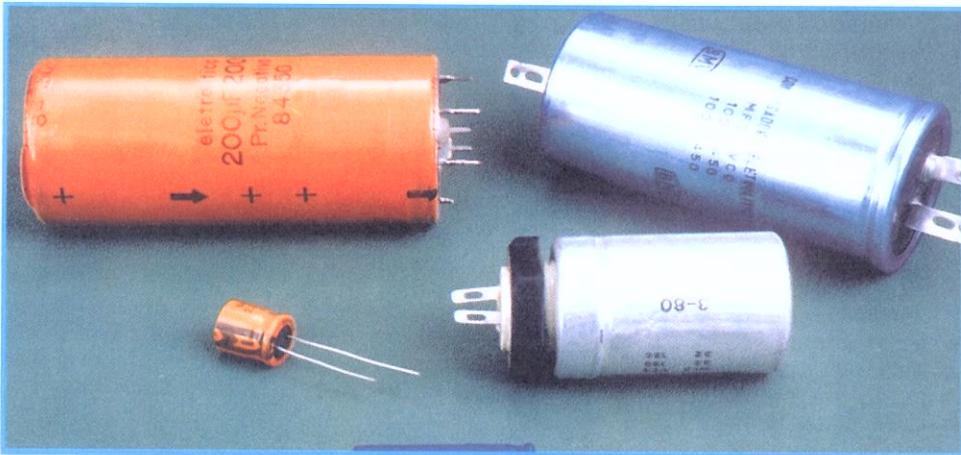
Figura 45 - Alguns tipos de capacitores eletrolíticos.
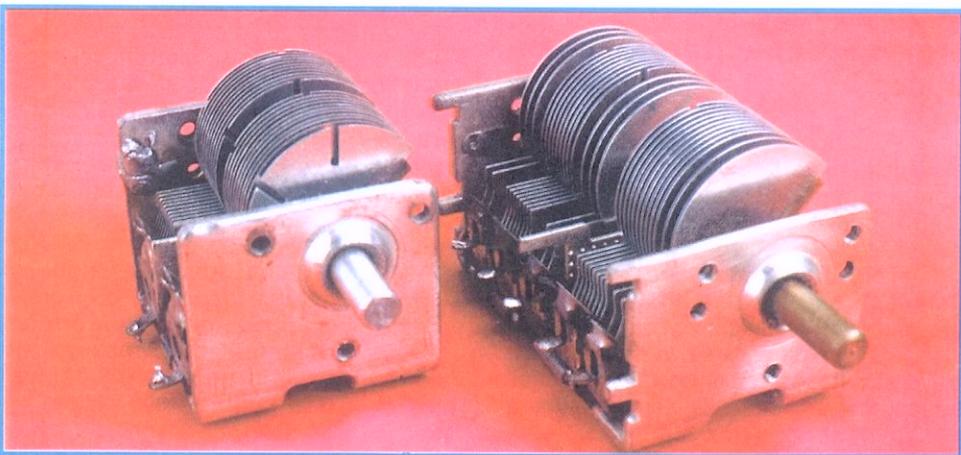
Figura 46 - Capacitores variáveis (Duplo e Quádruplo).

capacitor eletrolítico no chassi, temos dois tipos principais, ou seja, o de rosca e o de dentes ou travas. O primeiro, naturalmente, é provido de uma rosca e a respectiva porca, para fixação ao chassi. O segundo tem dentes ou travas, que devem ser introduzidos em furos previamente feitos e depois, torcidos. Em inglês, este tipo de fixação é conhecido como "twist prong", que significa "dente torcido".

Nas figuras 43 e 45, o aluno identifica facilmente os tipos citados.

Os capacitores eletrolíticos têm grande aplicação em eletrônica, principalmente onde se necessita de elevada capacitância, tais como em fontes de alimentação, circuitos transistorizados, etc.

Embora os eletrolíticos tenham a grande vantagem de possuir elevada capacidade, eles têm algumas desvantagens, tais como: baixa resistência de isolação, elevadas perdas, etc. Além disso, não toleram temperaturas muito elevadas e, por isso, sua localização em um aparelho eletrônico onde existe
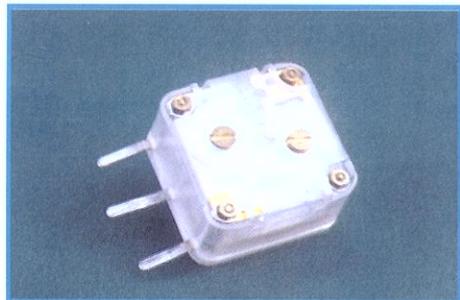
Figura 47 - Capacitor variável mini com dielétrico a plástico.

7 - Capacitor variável

Na figura 46, apresentamos um capacitor variável duplo e um quádruplo com dielétrico de ar. Esse capacitor consta de um **rotor**, que é constituído pelas armaduras móveis, e um **estator**, que é formado pelas armaduras fixas.

Como se pode notar, as armaduras fixas estão unidas entre si, o mesmo acontecendo com as móveis; deste modo, os capacitores apresentados constituem-se de uma associação em paralelo de capacitores planos, semelhantes ao que estudamos na lição teórica.

Quando as armaduras móveis estão totalmente introduzidas nas fixas (capacitor fechado), o capacitor apresenta a sua **capacidade máxima** ou **nominal**. Quando as armaduras fixas estão completamente fora das móveis (capacitor aberto), o capacitor apresenta ainda uma pequena capacitância, que se chama de **capacitância mínima** ou **residual**.

Fora dessas duas posições, o aluno deve observar que, ao introduzir o rotor no estator, aumenta a capacidade e, ao girá-lo para fora do estator, essa capacidade diminui.

O ar entre as chapas é o dielétrico.

Atualmente, para conseguir capacitores variáveis de pequenas dimensões, utilizáveis em receptores portáteis, usa-se como dielétrico uma fina
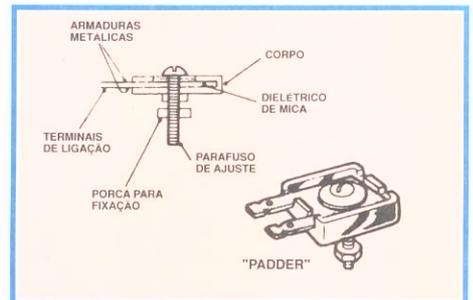
Figura 48 - Capacitor Ajustável - padder.

camada de material plástico. Na figura 47, mostramos esse tipo de capacitor.

Os capacitores variáveis são construídos para pequenas capacitâncias, existindo uma série de valores preferenciais que são observados pelos projetistas de rádio.

Para as aplicações em radiotécnica, os variáveis são construídos com duas, três ou mais secções, ditas em "tandem", isto é, comandados por um mesmo eixo.

8 - Capacitores semivariáveis

Os capacitores **semivariáveis** são aqueles cuja variação de capa-
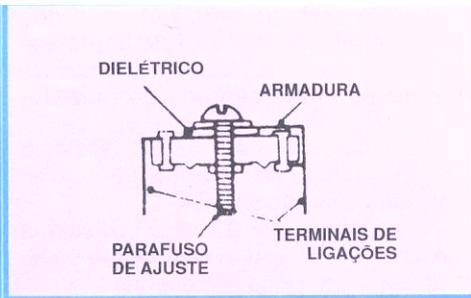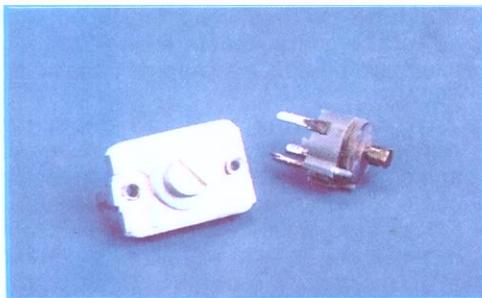
Figura 49 - Capacitor ajustável - trimmer.

citância se faz por ajustes que permanecem. Por isso, também são chamados de capacitores **ajustáveis**. Os dois tipos mais importantes são:

a) "Padder"

É um capacitor geralmente de mica, cuja capacitância varia modificando-se a distância entre as armaduras, através de um parafuso. Assim, quando o parafuso está bem apertado, a capacitância é máxima e, quando bem frouxo ela é mínima. Na figura 48, apresentamos um "padder" em corte e no aspecto real.

O "padder" é utilizado no "rastreio" de freqüência nos osciladores locais dos receptores de rádio, que estudaremos no momento oportuno, e construído para variações de 20 a 600 pF, isto é, 20 pF quando totalmente aberto, e 600 pF quando o parafuso estiver bem apertado.

b) "Trimmer"

É outro tipo de capacitor semivariável, em princípio semelhante ao "padder", ou seja, também é formado por duas armaduras metálicas, tendo a mica como dielétrico, e a capacitância é variada, atuando-se sobre o parafuso, que modifica a distância entre as armaduras. Na figura 49, apresentamos o "trimmer" em corte e o aspecto físico de dois tipos muito comuns.

III - Características técnicas importantes

Além da capacitância, o técnico deve conhecer as características técnicas mais importantes sobre os capacitores, para que possa aplicá-los corretamente. Tais características, cujo significado vamos apresentar resumidamente a seguir, costumam ser impressas no corpo do próprio capacitor e são, tambem, fornecidas pelos fabricantes, em publicações técnicas.

Para as aplicações comuns, as mais importantes são:

1 - Capacitância nominal

Corresponde ao valor da capacitância em submúltiplos do farad. Essa indicação vem impressa no corpo do capacitor, em número ou em código que permite identificá-la.

2 - Tolerância

A tolerância é uma característica importante, porque indica a faixa de valores dentro da qual está a capacitância **real** do capacitor. Por exemplo, se adquirirmos um capacitor de 100 pF de valor nominal só por muita coincidência ele terá valor **real** de 100 pF. Entretanto, se a tolerância desse capacitor for de 10% (lê-se: dez por cento), poderemos afirmar com segurança que o valor real do capacitor está entre 90 e 110 pF. De fato, se a capacitância for medida por um aparelho de precisão, encontrar-se-á um valor qualquer entre estes dois, podendo inclusive ser um deles.

Quando o aluno substituir um capacitor, deverá observar sempre a tolerância, para evitar que o funcionamento do circuito seja alterado. Nos circuitos de som dos aparelhos de rádio, a tolerância de 20% nos capacitores é aceitável; entretanto, o mesmo não acontece na parte de alta freqüência, principalmente nos capacitores que determinam as freqüências. Portanto, o aluno nunca deve substituir um capacitor de 5% de tolerância, por exemplo, por outro de 20%, porque os resultados poderão ser completamente diferentes do procurado.

O inverso pode ser feito com vantagens, ou seja, substituir um capacitor de 20% de tolerância por outro de 10% ou 5% só pode trazer vantagens.

A tolerância dos capacitores é indicada em porcentagem (%) e costuma ser impressa no corpo dos mesmos, sob a forma de números ou em código de cores, que permitem identificá-las. Nos capacitores usuais, existem três faixas de tolerância, que são: 5%, 10% e 20% (lê-se: cinco por cento, dez por cento e vinte por cento).

3 - Tensão de trabalho

Indica o maior valor de tensão contínua que se pode aplicar nas armaduras do capacitor, sem perigo de danificá-lo. O dano, no caso, corresponde à ruptura (queima) do dielétrico e, conseqüentemente, curto-circuito das armaduras. A tensão de trabalho é indicada em volts e também pode ser marcada por números ou código de cores. É comum usar-se as letras V, VDC ou WV para indicar a unidade de tensão de trabalho, sendo que V significa simplesmente volts; VDC ("voltage direct current") é uma sigla, em inglês, que quer dizer "volts de corrente contínua" e WV ("work voltage") também é sigla inglesa, significando "tensão de trabalho".

No caso de substituição de capacitores, o aluno deve observar sempre a tensão de trabalho e nunca efetuar a troca por um capacitor de menor tensão. Assim, se um capacitor eletrolítico de 100 μF x 450 V for substituído por outro de 100 μF x 150 V, este último entrará em curto-circuito e, além de danificar- se, porá em risco a integridade de outros componentes que façam parte de seu circuito.

Quando não for possível encontrar um capacitor com tensão de trabalho igual a do original, o aluno deverá dar preferência ao que tiver maior tensão.

4 - Outras características

Além das características que citamos, que são as mais importantes para o técnico montador e/ou reparador, existem outras que interessam muito ao projetista e que mencionaremos rapidamente, nas linhas seguintes.

a) Resistência de fuga

Corresponde a resistência ôhmica do dielétrico, sendo também chamada de resistência de isolação. Nos bons capacitores, como o de "polistirol", por exemplo, a resistência de isolação é sempre maior que 50 000 M. Os capacitores eletrolíticos, por sua vez, têm resistência relativamente baixa, ou seja, menor que 1 Ω.

b) Coeficiente de temperatura

Como acontece com os resistores, a temperatura também modifica a capacitância dos capacitores. A variação pode ser para mais ou para menos. No primeiro caso, diz-se que o capacitor tem coeficiente de temperatura positiva e no segundo negativa.

O coeficiente de temperatura é dado em partes por milhão por grau centígrado, que se abrevia ppm/°C.

Por exemplo, um capacitor de 100 pF, tendo coeficiente de temperatura de + 750 ppm/°C e submetido a uma diferença de temperatura de 100°C, sofre uma variação de capacidade de

750 x 100 x 100: 1 000 000 = 7,5 pF, ou seja, 7,5%, que não é desprezível.

IV - Identificação dos capacitores

Identificar um capacitor significa determinar suas principais características, tais como: capacitância, tensão de trabalho, tolerância e eventualmente, coeficiente de temperatura, sem qualquer medida, isto é, somente interpretando as indicações impressas no corpo do capacitor.

Existem dois métodos para identificação de capacitores, que são: o da leitura direta e o da interpretação de um código de cores apropriado.

1 - Método de Leitura direta

a) Capacitores tubulares

Como o próprio nome sugere, tal método consiste simplesmente,em ler os valores das características impressas indelevelmente no corpo do capacitor. Esse método é utilizado para a maioria dos capacitores de fabricação nacional e, também, para muitos de origem estrangeira.

A capacitância costuma ser indicada em µF, pF e, raramente, em nF.

A tolerância é dada em porcentagem e a tensão de trabalho, em volts de tensão contínua.

Quanto à tolerância, devemos observar que, se ela é de 20%, não costuma ser marcada.

Observações:

1ª) Os fabricantes não adotaram, ainda, uma norma para indicação dos símbolos, seja de unidade de capacitância ou de tensão de trabalho. Há uma grande diversificação.

Assim, a capacitância, que deveria ser indicada por µF, pF, nF, etc., é notada por MFD, mF, MF, M e, algumas vezes, não há qualquer indicação de unidade, sendo o técnico obrigado a admitir que as indicações decimais (frações menores que a unidade), correspondam a µF (microfarad) e a de números inteiros, a pF (picofarad). Além disso, nas indicações decimais, a vírgula é substituída pelo ponto (.) e o zero à esquerda é eliminado.

Esse vício está tão enraizado que nos meios técnicos não se fala mais em décimos, centésimos, etc., de microfarad, mas diz-se ponto seguido do número. Exemplos:

- Capacitor de 0,02 µF, isto é, 2 centésimos de µF, escreve-se .02 e se lê: ponto zero dois microfarads.

- Capacitor de 0,005 µF, ou seja, 5 milésimos de µF, escreve-se .005 e se lê: ponto zero zero cinco microfarads.

- Capacitor de 0,15 µF, isto é, 15 centésimos de µF, escreve-se .15 e se lê: ponto quinze microfarads.

O aluno deve seguir também essa prática, pois, mesmo nos esquemas, ela é observada.

Quando a indicação de capacitância é feita por um número inteiro, admite-se, como já afirmamos, que a unidade é o µF ou pF. Quando se trata de capacitância maior ou igual a 1000 pF, usa-se a letra K para indicar milhar. Abaixo, damos alguns exemplos:

470	significa	470 pF
47K	"	47000pF
4K7	significa	4700pF
2K5	"	2500pF
1K	"	1000pF

2ª) Também no caso da indicação da unidade de tensão de trabalho, existe muita confusão e o fabricante a indica à sua maneira usando V, VCC, VDC, WV, etc. O aluno deve estar atento, quanto a isso.

Para exemplificar o método de identificação de capacitores pela leitura direta, na figura 50 mostramos uma série deles e, a seguir, indicaremos suas características.

Capacitor a: Trata-se de um capacitor estrangeiro (Japonês, no caso), com inscrições em inglês, cuja marca é RUBYCON. "Paper tubular capacitor" indica que se trata de capacitor tubular de papel 0,5 MFD indica capacidade de 0,5 µF ou ponto cinco microfarad.

WV 600 VDC quer dizer que, a tensão de trabalho é de 600 volts de tensão contínua. A tolerância é de 20%, pois não há indicações.

Capacitor b: Trata-se de um capacitor nacional fabricado pela SIEMENS do Brasil. Sua indicação está correta. A capacitância é de 0,047 µF, tolerância de 20% e tensão de trabalho de 500 V.

Capacitor c: É um capacitor nacional fabricado pela COBRA. Como o aluno percebe, trata-se de um daqueles casos em que não se indicam unidades. Deve ser identificado como tendo capacitância de 0,02 µF (ponto zero dois µF), tensão de trabalho de 600 V e tolerância de 20%.

Capacitor d: É de mesma fabricação do anterior, mas já traz alguma indicação de unidade. Assim, .01 mF quer dizer 0,01 µF de capacitância; 600 V significa tensão de trabalho de 600 V de tensão contínua; e a ausência de indicação de tolerância significa que ela é de 20%.

Capacitor e: É um capacitor da indústria PHILIPS (miniwatt) e sua inscrição é clara e correta, isto é, tem 0,022 µF de capacitância, 160 V de tensão de trabalho e 10% de tolerância.

Capacitor f: CHERRY é a sua marca, sendo também nacional; .02 MFD indica capacitância de 0,02 µF; 500 VDC é a tensão de trabalho de 500 V e 10% é sua tolerância.

Capacitor g: Mostramos, agora, um capacitor "styroflex", fabricado pela MIAL, nacional. Sua capacidade é de 2.200 pF, indicada por 2K2; a tolerância é de 10% e a tensão de trabalho é de 150 V.

Capacitor h: Temos aí um capacitor eletrolítico simples, de fabricação nacional, SAFCO, com capacidade de 10 µF, indicada por 10 MFD, e tensão de trabalho de 25 volts, indicada por 25 VCC. A tolerância é de 20%.

Capacitor i: Finalmente, apresentamos um capacitor eletrolítico duplo, também de fabricação nacional, e as indicações de seu corpo. Nota-se que a capacidade de uma secção é de 50 µF, indicada por 50 MFD e a tensão de trabalho é de 150 V, indicada por 150 VCC; quanto à outra secção, é de 100 µF x 150 VCC.

Como particularidade, deve-se notar que na leitura de cada secção existem símbolos geométricos (no caso, um triângulo e um quadrado), que são reproduzidos na frente de cada terminal de ligação. Isto serve para identificar o terminal. Assim aquele que tem o quadrado corresponde ao positivo da secção de 50 µF e o que tem o triângulo, ao positivo da secção de 100 µF. Esse processo de notação é largamente utilizado nos capacitores múltiplos. Deve-se notar que, no exemplo dado, o terminal negativo de eletrolítico é comum às duas secções e corresponde à ligação do invólucro de alumínio.

Figura 50 - Identificação de Capacitores

b) Cerâmicos

Os capacitores cerâmicos tubulares e de disco, de fabricação

nacional, costumam trazer as indicações de sinais característicos impressas indelevelmente no corpo, tal como os tubulares examinados. Também para eles não existe ainda uma padronização e, por isso, cada fábrica indica as características que julga serem importantes, que resulta no surgimento de dúvidas quanto à interpretação das codificações, pois em vários componentes podem ser vistas inscrições tais como "2K7", "8K2", "3n3", "10p", etc. Isto é devido ao fato de que a maioria dos fabricantes optaram, por diversas razões, em substituir a vírgula, presente nos números decimais, pela letra do multiplicativo da unidade, ou seja, o "p" (de pico) ou o "n" (de nano) que acompanha o "F" de (Farad).

Assim sendo, 2, 7nF é representado por "2n7"; 10pF é representado por "10p"; 2,2μF por "2μ2" apenas, e assim sucessivamente.

Quanto à letra "K", a mesma é um prefixo que indica "mil vezes", tal qual em quilômetro (km = 1000m), quilograma (kg = 1000g), kiloohm (KΩ = 1000Ω.) Seu uso, em capacitância, é restrito apenas ao picofarad; em outras palavras, se temos algum valor de capacitância igual ou

Figura 51 - Capacitador de disco cerâmico.

superior a 1nF podemos representá-lo com a letra "K", já que 1nF é igual a 1000pF, que é igual a 1KpF; 2,7nF, que é igual a 2700pF, é igual a 2,7KpF; 3,3nF, que é igual a 3300pF, é igual a 3,3KpF.

Usualmente, tais valores são representados apenas pela letra "K" que também pode substituir a vírgula. Assim; 1KpF é representado por "1K"; 2,7KpF por "2K7"; 3,3KpF por "3K3", e assim sucessivamente.

Alguns fabricantes fazem uso destas abreviações para representar os valores nos capacitores cerâmicos do tipo plate e do tipo de disco, de pequenas dimensões.

Nos capacitores de disco de grandes dimensões temos, além da capacitância fornecida com sua respectiva unidade, o valor da tensão de isolação e a tolerância, conforme é mostrado na figura 51, onde pode ser visto um capacitor cerâmico com este tipo de descricão.

Porém, conforme o tamanho do componente, não há espaço em seu corpo para imprimir todas estas informações. Por isso, alguns fabricantes optaram por efetuar apenas a marcação direta do valor do capacitor, juntamente

Figura 52 - Identificação de um capacitor de disco cerâmico.

com a respectiva unidade, o que é suficiente para aplicações de relativa precisão, tais como montagens que são sugeridas em revistas técnicas ou consertos de aparelhos eletrônicos.

Porém este sistema deixa de mostrar algumas informações técnicas, necessárias a área de projetos. Quando tais informações são necessárias, devem ser requisitadas às fábricas, as quais fornecem tais informações em forma de folhetos aos requisitantes.

Um exemplo deste sistema de marcação pode ser visto na figura 52, onde o aluno facilmente identificará o valor do componente, que geralmente é expresso em microfarads.

Outra maneira adotada para inscrever no corpo do componente o seu valor, adotada pela maioria dos fabricantes, consiste em um código numérico de três dígitos, o qual se assemelha, em parte, ao código de cores adotado para os resistores. Realmente, em tal código, os algarismos inscritos no corpo do capacitor possuem as mesmas funções das faixas coloridas dos resistores, ou seja: os dois primeiros algarismos possuem valor significativo (tal qual as duas primeiras faixas dos resistores), enquanto que o terceiro algarismo no corpo do capacitor possui valor multiplicativo (ou quantidade de zeros, tal qual a terceira faixa dos resistores), sendo o valor de capacitância do componente fornecido em picofarads (tal qual nos resistores, o valor é fornecido em ohms).

Portanto, um capacitor cerâmico que se utilize deste código e que possua em seu corpo a inscrição "100", na verdade tem o valor de 10pF (e não 100pF, como seria fácil de se supor), visto que os dois primeiros algarismos fazem o número "10", enquanto que o terceiro algarismo

Figura 53 - Capacitor de disco cerâmico.

indica que não devemos acrescentar nenhum zero ao "10". O exemplo citado é mostrado na **figura 53**, onde pode ser visto um capacitor de 100pF que também faz uso deste sistema de marcação, a título de comparação.

Referente ainda aos capacitores do tipo disco, alguns possuem dimensões relativamente reduzidas, que impossibilitam a marcação de todos os dados sobre o componente, como vimos anteriormente.

Visando solucionar este problema, adotou-se um código, o qual permite transcrever, além do valor do componente, em picofarads, a tolerância do componente, seu coeficiente de temperatura e sua tensão de isolação.

Neste código, o valor do componente vem inscrito pelo sistema de três digitos, o que é mais comum, ou em submúltiplos do Farad, sendo que só é utilizada a letra indicadora de grandeza em substituição à vírgula. Desta maneira, um capacitor de "220"pF possui em seu corpo a inscrição "220", enquanto que um capacitor de 8200pF possui em seu corpo inscrito "8K2", "8n2"ou"824".

A letra subseqüente ao número indicativo da capacitância tem a finalidade de determinar qual a tolerância do componente, conforme a tabela I.

TABELA I

a) Para capacitores até 10pF :

letra	tolerância
B	+- 0,1pF
C	+- 0,25pF
D	+- 0,5pF
F	+- 1pF
G	+- 2pF

b) Para capacitores de mais de 10pF

letra	tolerância
F	+- 1%
G	+- 2%
H	+- 3%
J	+- 5%
K	l-10%
M	+-20%
S	+50%-20%
Z	+ 80% - 20% ou + 100% - 20%
P	+ 100% - 0%

Nestes capacitores, comumente indica-se também a faixa de temperatura na qual o capacitor pode trabalhar sem se danificar. A indicação da faixa de temperatura de operação do capacitor é

feita, conforme este exemplo:

Faixa de Temperatura	Símbolo
-55C a + 85C	X5
-30C a +85C	Y5
+10Ca+85C	Z5

Além disto, o coeficiente de temperatura, ou seja, a variação máxima de capacitância que ocorre dentro da faixa de temperatura de operação, também é representado por intermédio de uma letra que indica, em porcentagem, tais variações. O significado destas letras segue este exemplo :

Variação	letra
±4,7%	E
±7,5%	F
±10%	P
±22%	S
±22% - 33%	T
+22% - 56%	U
+22% - 82%	V

Na figura 54 mostramos dois capacitores que fazem uso desta codificação, sendo que o da esquerda (com inscrição 2K2S X5F) possui como características valor de 2200pF com
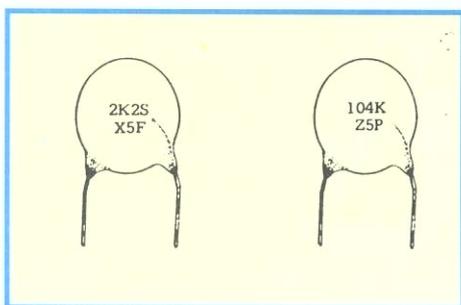
Figura 54 - Identificação de capacitores de disco.

tolerância de +50% -20%, e projetado para trabalhar sob temperaturas na faixa de -55C a +85C com uma variação de +7,5% de seu valor dentro desta faixa.

O capacitor da direita (com inscrição 104K Z5P), por sua vez, tem as seguintes características: valor de 100nF, tolerância de ±10%, faixa de temperatura de operação entre +10C a +85C com variação de seu valor em ±10% dentro desta faixa.

Capacitores Plate

Nos capacitores tipo plate os valores serão inscritos diretamente com a unidade. Este tipo de capacitor é fabricado, normalmente, para valores até 4700pF, sendo que para capacitâncias inferiores a 100pF a indicação de seu valor é feita apenas pelo valor acrescido da letra "p", que
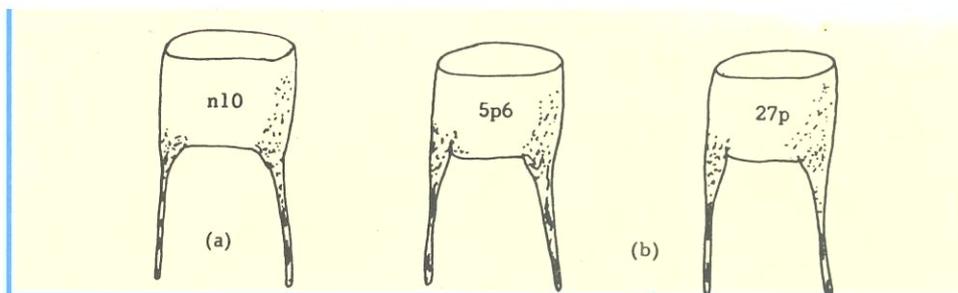
Figura 55 - Identificação de Capacitores Plate.

geralmente substitui a vírgula.

Assim, 33pF será indicado por "33p", 3,3pF por 3p3, 2,7pF por "2p7", e assim por diante.

Porém, para valores superiores a 100pF, o valor do capacitor vem escrito em nanofarads, fazendo-se uso da letra "n" em conjunto com o valor, tal qual no caso anterior.

Desta maneira, um capacitor de 100pF, o qual equivale a 0,10nF, possui em seu corpo a inscrição "n10", conforme pode ser visto na figura 55 (a). Em (b) mostramos alguns exemplos para valores abaixo de 100pF.

Para que o aluno possa familiarizar-se com este tipo de capacitor, mostramos a seguir uma pequena tabela, na qual constam os valores comerciais mais comuns e suas respectivas inscrições, para componentes acima de100pF:

100pF - n10	1000pF - 1n0
120pF - n12	1200pF - 1n2
150pF - n15	1500pF - 1n5
180pF - n18	2200pF - 2n2
220pF - n22	2700pF - 2n7
270pF - n27	3300pF - 3n3
330pF - n33	3900pF - 3n9
390pF - n39	4700pF - 4n7
470pF - n47	10KpF - 10n
560pF - n56	22KpF - 22n

Esperamos assim ter esclarecido ao aluno não somente as várias maneiras de como são inscritos os valores dos capacitores cerâmicos, mas também para o fato de que um mesmo valor conforme a procedência, pode ser representado de inúmeras maneiras, devido a constante modernização dos componentes eletrônicos e a falta de uma diretriz que visasse uma uniformidade em relação ao tema por parte dos órgãos competentes, conforme demonstramos nos exemplos abaixo.

VALOR DO CAPACITOR	POSSÍVEIS INSCRIÇÕES
2200PF	2n2 - 2K2 - .0022 - 0.0022 - 222
10000pF	10n - 10K - .01 - 0.01 - 01K - 103
47000pF	47n - 47K - .047 - 0.047 - 473
100.000	100n - 100K - .1 - 0.1 - 104

2 - Método do código de cores

Este método, mundialmente aceito e de uso cada vez mais difundido entre os fabricantes nacionais (pois uma possível padronização seria utilizar somente o código de cores e abandonar o método de leitura direta) consiste em imprimir no corpo do capacitor, sob a forma de pintas ou anéis, certas cores que, interpretadas na seqüência correta, permitem identificar todas as características principais do capacitor. Cada cor representa um número (ou fator de multiplicação), exatamente como ensinamos na lição prática em que estudamos os resistores. A tabela de cores, aliás, é a mesma; por tal motivo, não a reproduzimos aqui.

3 - Método dos anéis ou faixas coloridas

Para identificação dos capacitores de cerâmica tubulares, capacitores de passagem, capacitores do tipo "pin-up" e, modernamente, capacitores do tipo "poliéster metalizado" nacionais, costuma-se usar o método dos anéis ou faixas

Figura 56 - Capacitor pin-up.

coloridas, idêntico ao que analisamos, quando estudamos a identificação de resistores. Trata-se, portanto, de marcar, em uma das extremidades do capacitor, certo número de anéis coloridos, cujas cores obedecem à tabela já apresentada e têm os mesmos significados

Na figura 56, mostramos um capacitor do tipo "pin-up", identificado pelo sistema de anéis coloridos, e indicamos os significados das diversas faixas, ou seja, a 1ª faixa a partir da "cabeça" representa o primeiro algarismo significativo; a 2ª faixa representa o segundo algarismo significativo; a 3ª faixa representa o multiplicador; e, finalmente, a 4ª faixa, quando existir, indicará a tolerância.

Os exemplos seguintes esclarecerão melhor o assunto.

Exemplos:

1º) Vamos identificar um capacitor do tipo "pin-up" semelhante ao mostrado na figura 56 e que tenha as seguintes faixas:

1ª faixa - vermelha
2ª faixa - roxa
3ª faixa - marrom
4ª faixa - sem cor (cor do corpo)

Solução:

O valor desse capacitor é de 270 pF e sua tolerância, 20%. De fato, sendo vermelha a 1ª faixa, 2 será o primeiro algarismo significativo. Por ser roxa a 2ª faixa, 7 será o segundo algarismo significativo. O marrom da 3ª faixa indica que o multiplicador é 10, ou seja, devemos colocar um zero à direita dos dois números encontrados; logo, o valor da capacitância é de 270 pF. Como não existe a 4ª faixa, a tolerância é de 20%.

2º) Consideremos o capacitor, também do tipo "pin-up", que possua as seguintes faixas:

1ª faixa - marrom
2ª faixa - preta
3ª faixa - vermelha
4ª faixa - prateada
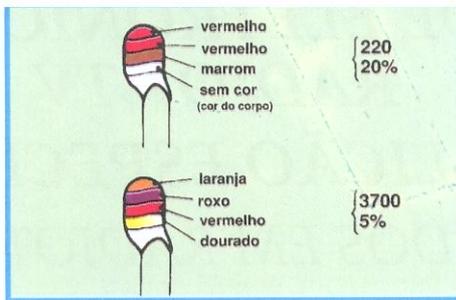
Figura 57 - Dois capacitores tipo pin-up.

Solução:

O primeiro algarismo é (1 um), porque a 1ª cor é marrom. O segundo algarismo é 0 (zero) porque a 2ª cor é preta. O multiplicador é 100, porque a 3ª cor é vermelha; logo, devemos acrescentar dois zeros aos dois primeiros algarismos encontrados. Conseqüentemente, o valor da capacitância é 1 000 pF. A cor prateada da 4ª faixa mostra que a tolerância é de 10%.

Na figura 57, mostramos mais dois capacitores do tipo "pin-up", com a respectiva identificação.

Observação:

Para identificação das propriedades dos capacitores do tipo "poliéster metalizado", planos de fabricação nacional utiliza-se também o sistema de faixas coloridas. Este tipo de capacitor apresenta 5 faixas coloridas, com os seguintes significados:

1ª faixa - 1º algarismo significativo
2ª faixa - 2º algarismo significativo
3ª faixa - multilplicador
4ª faixa - tolerância
5ª faixa - tensão de trabalho

A particularidade desta indicação é que o código de cores é utilizado para indicar, também, a tensão de trabalho do capacitor. Devem-se acrescentar dois zeros ao algarismo que corresponde à 5ª cor.

Por exemplo, se a 5ª faixa for vermelha, a tensão de trabalho será de 200 V.

Vamos dar alguns exemplos de identificação desse tipo de capacitor, pois seu uso será muito divulgado proximamente, devido às excelentes qualidades que possui.

Exemplos:

1º) Seja determinar a capacitância do capacitor moldado, plano, do tipo "poliéster metalizado", com as seguintes faixas:

1ª faixa - marrom
2ª faixa - preta
3ª faixa - vermelha
4ª faixa - prateada
5ª faixa - amarela

Solução:

De acordo com o código de cores, o valor do capacitor é de 1 000 pF, a tolerância é de 10% e a tensão de trabalho é de 400 V. De fato, o 1º algarismo é 1 (marrom); o segundo é 0 (zero, faixa preta); o multiplicador é 100 (faixa vermelha); a tolerância é 10% (faixa prateada); e a tensão de trabalho é de 400 V, porque a faixa amarela representa o número significativo 4 e, como frisamos, devemos acrescentar dois zeros (multiplicar por 100) a esse número.

2º) Vamos identificar o capacitor plano do tipo "poliéster metalizado" que traz as seguintes cores:

1ª faixa - amarela
2ª faixa - roxa
3ª faixa - amarela
4ª faixa - não existe
5ª faixa - azul

Solução:

Seguindo o mesmo processo de identificação do exemplo anterior, podemos concluir que as características de tal capacitor são:

a) capacitância: 470 000 pF ou .47 μF;

b) tolerância: 20%;

c) tensão de trabalho: 600 V.

Nota: A 4ª faixa, que representa a tolerância, quando não existe, significa a cor do próprio corpo. Como o corpo de tais capacitores pode ser de qualquer cor, foi convencionado que o preto representa 20%.

Na figura 58, mostramos dois capacitores do tipo "poliéster metalizado", com suas respectivas identificações.
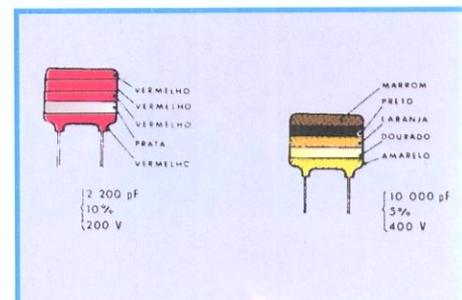
Figura 58 - Capacitores de Poliéster Metalizado.

CURSO DE ELETRÔNICA BÁSICA RÁDIO - TV
4ª LIÇÃO ESPECIAL
ACESSÓRIOS USADOS EM RADIOTÉCNICA (2ª PARTE)

d) Parafusos, porcas e arruelas

1 - Parafusos e porcas

Os parafusos são utilizados para fixação de acessórios como soquetes, pontes, chassis etc., e também para fixar os componentes mais pesados do aparelho, como transformadores, capacitor variável, alto-falante, etc.

Os parafusos usados em montagem de aparelhos eletrônicos devem ser de superfície tratada, para evitar a oxidação (ferrugem). Geralmente, são cromados, zincados ou cadmiados.

Quanto ao tipo de cabeça, os parafusos são classificados em:

de fenda (normal) - cuja cabeça é chata ou arredondada, apresentando uma fenda, onde se introduz a chave;
"philips" - cuja cabeça é chata, nela existindo duas fendas cruzadas e cônicas, para a torção;
"allen" - são parafusos de cabeça chata e que apresentam uma fenda quadrada ou sextavada, onde se introduz a chave especial;
de cabeça - também são de cabeça chata e, ao contrário do "allen", a parte de aperto é saliente.

Queremos esclarecer que os mais usados nas montagens comerciais são os Philips.

Quanto ao modo de fixação, os parafusos podem ser de **rosca** e **auto-atarraxantes** (ou rosca soberba). Os primeiros são "apertados" pela porca que tem rosca de mesmo passo e diâmetro. Os segundos têm forma cônica e não usam porca, pois eles vão fazendo a rosca à medida que penetram na chapa.

Figura 12 - Alguns tipos de parafusos.

Esses parafusos são de aço e usados em chapas de pouca espessura.

Na figura 12, apresentamos os tipos de parafusos citados.

Em radiotécnica, usam-se também parafusos para madeira, que dispensam maiores detalhes, pois são muito conhecidos, para a fixação de alto-falantes em móveis de madeira e, às vezes, para fixar o chassi.

2 - Arruelas

Com as vibrações contínuas de um receptor, seja pela locomoção do aparelho ou pelas vibrações produzidas pelo som do alto-falante, os parafusos, principalmente os de rosca normal, têm tendência a se afrouxarem. Esse

Figura 13 - Três tipos de arruelas.

inconveniente desaparece com o uso de **arruelas**, cujos tipos mais comuns mostramos na figura 13.

Temos a arruela lisa, que pode ser de metal ou de fibra, arruelas de pressão, que devem ser de aço e arruelas de borracha. Estas últimas (ilustradas na figura 14) são utilizadas para tornar flutuante um componente ou uma montagem toda. A arruela de borracha do tipo A é usada para fixar capacitores variáveis, em conjunto com a
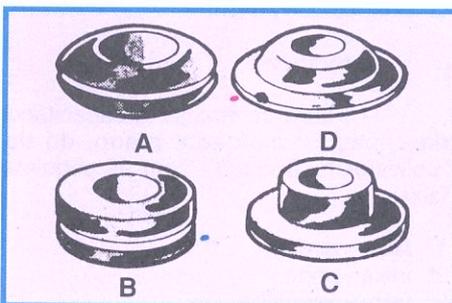
Figura 14 - Arruelas de borracha.

arruela cônica, que mostramos em D. É utilizada também para proteger e isolar condutores que transpassam o chassi e, neste caso, recebe o nome de **borracha passante**. Os tipos B e C são mais empregados para apoio do chassi na caixa.

e) Terminais

Como o próprio nome sugere, são acessórios que se colocam na ponta de condutores, para facilitar sua conexão com outro. Existe uma grande variedade de terminais. Na figura 15, mostramos alguns dos mais usados.

A uma tira de material isolante onde se fixa um ou mais terminais dá-se o nome de ponte. De acordo com o número
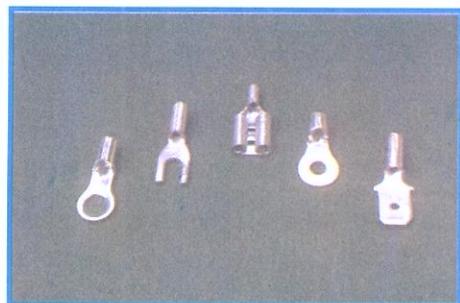
Figura 15 - Vários tipos de terminais.

de terminais, ela é classificada em ponte de um terminal, dois terminais, etc. A ponte serve para permitir várias ligações a um mesmo ponto e suportar componentes como resistores e capacitores, assegurando rigidez à montagem.

Na figura 16, temos uma régua ou barra de terminais, na figura 17, a ponte tripla e, na figura 18, a quádrupla. Na prática, adquire-se a barra de terminais, que, depois, é cortada em ponte, com o número de terminais desejados.
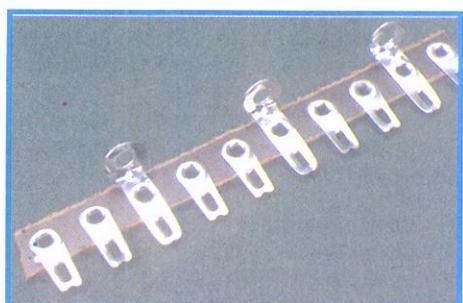
Figura 16 - Ponte de terminais.
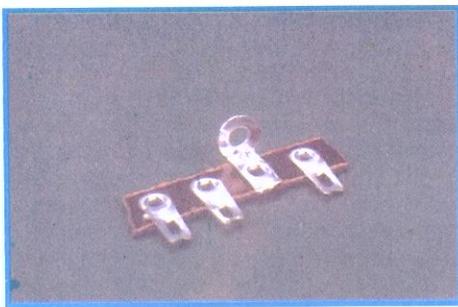
Figura 17 - Ponte de terminais tripla.

Naturalmente, quando se trata de montagem em grande escala, é mais econômico mandar fabricar a ponte com o número de terminais desejado.

f) Fusíveis e porta-fusíveis
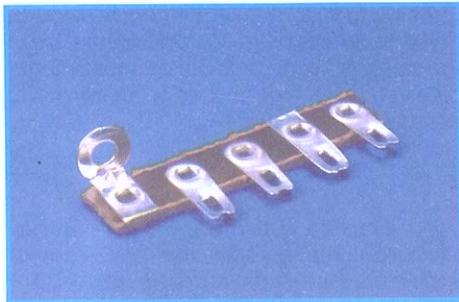
Figura 18 - Ponte de terminais quádrupla.

Os fusíveis, como o aluno sabe, são dispositivos de proteção do circuito. Em radiotécnica, usam-se dois tipos de fusíveis, que são:

1 - fio de cobre;
2 - cartucho.

Figura 19 - Fusível.

O primeiro é simplesmente um pedaço de fio de cobre de diâmetro adequado, que se liga entre dois terminais de ponte, como mostramos na figura 19. O segundo é um cartucho de vidro terminado por cilindros de metal, aos quais está soldado o fio fusível. Indicamo-lo na figura 20.

Os fusíveis são indicados pela corrente de ruptura. Em radiotécnica, essa corrente é pequena, variando desde 10 mA até cerca de 5 A. Na substituição
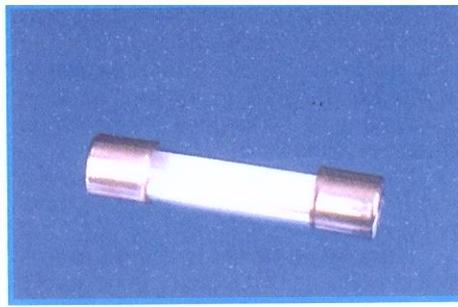
Figura 20 - Fusível tipo cartucho de vidro.

de um fusível, o aluno deve sempre respeitar o valor de corrente indicada pelo fabricante do aparelho e jamais usar fusível de maior capacidade, caso contrário ele não protegerá o circuito.

Figura 21 - Dois tipos de porta-fusíveis.

Os fusíveis de cartucho são alojados em suportes denominados porta-fusíveis. Basicamente, existem dois tipos: o de presilhas e o tubular. Seus aspectos estão mostrados na figura 21.

g) Lâmpada-piloto

Figura 22 - Lâmpada e soquete tipo baioneta.

É uma pequena lâmpada usada em circuitos eletrônicos, para indicar se o aparelho está ligado ou não. Em alguns casos, serve também para iluminar o "dial". São lâmpadas de pequenas dimensões e sua base pode ser do tipo rosca ou baioneta. O primeiro tipo tem a base rosqueada e o segundo apresenta dois pinos para o travamento da lâmpada no soquete. Na figura 22, mostramos um dos tipos citados e seu respectivo soquete. Geralmente, o soquete da lâmpada-piloto possui uma mola que
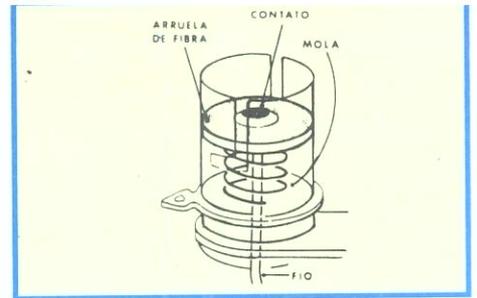
Figura 23 - Soquete baioneta (vista em corte).

pressiona o contato central contra a lâmpada melhorando a ligação e evitando que ela se solte com as vibrações. Na figura 23, mostramos esse detalhe.

Nos aparelhos onde não existem "dial", a lâmpada-piloto é colocada em um suporte, que apresenta uma superfície de

Figura 24 - Lâmpada-piloto.

vidro ou plástico, facetada ou não, colorida, e vai preso ao chassi ou móvel do aparelho. Esse suporte é chamado de olho-de-boi. Na figura 24, mostramos o de maior preferência, na atualidade.

As lâmpadas-piloto são construídas para diversos valores de tensão e corrente. Na tabela I, apresentamos esses valores. Como o aluno percebe, a lâmpada-piloto é identificada por um número. A cor da conta serve para indicar a corrente da lâmpada e é muitas vezes de grande utilidade, principalmente quando a lâmpada perde a identificação que lhe é posta na base.

Atualmente, nos circuitos transistorizados, utilizam-se lâmpadas-piloto do tipo néon, que são ligadas diretamente na tensão da linha (110 ou 220 V). Essas lâmpadas vêm instaladas permanentemente dentro de um suporte do tipo olho-de-boi. Como o fluxo luminoso da lâmpada néon é muito baixo, ela não se presta à iluminação de "dial", sendo usada exclusivamente para indicar se o aparelho está ou não ligado.

Finalmente, queremos alertar o aluno de que a substituição de uma lâmpada-piloto com exceção da néon, não deve ser feita de modo indiscriminado. É necessário substituí-la por outra de mesmo tipo, porque, se ela estiver ligada em série, no conceito, a corrente deverá ser preservada. É claro que é possível trocar uma lâmpada de rosca por uma de

baioneta, equivalente, desde que se mude, também, o soquete, sem alterar o funcionamento do circuito em série. Por exemplo, a lâmpada de 40 pode ser substituída pela 47. Basta trocar o soquete. Já a 40 não pode ser substutuída pela 46, nos circuitos em série, porque, embora ambas sejam de rosca e para 6,8 V, a primeira é para corrente de 0,15 A e a segunda, para 0,25 A.

h) Porta pilhas

Nos aparelhos portáteis transistorizados, e também em alguns tipos de rádio de mesa, usam-se pilhas como fonte de energia. Estas pilhas são suportadas por um acessório chamado porta-pilhas. É feito de plástico, possui terminais para ligações ao circuito externo e uma ou mais molas de aço, que tensionam as pilhas, para manter o contato perfeito. É construído em diversos tamanhos e formatos, dependendo, evidentemente, do número e das dimensões das pilhas que ele deve alojar. Na figura 25, mostramos alguns deles.
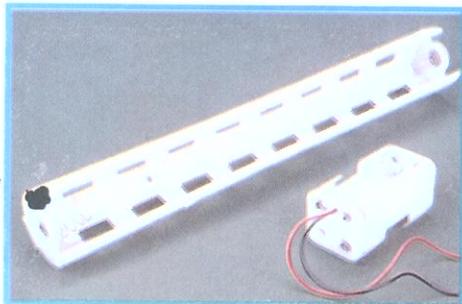
Figura 25 - Dois modelos de porta-pilhas.

i) Blindagens

As blindagens são acessórios metálicos que têm por finalidade evitar que irradiações indesejáveis perturbem o correto funcionamento de um circuito. Nos aparelhos de rádio e amplificadores, a falta de blindagem nos estágios de alto ganho e alta impedância pode permitir a indução da tensão alternada da rede, o que provoca ronco no alto-falante. Em televisão, a falta de blindagem pode permitir indução, que aparecerá na tela sob a forma de riscos, chuviscos, ondulações, etc.

Figura 26 - Blindagens.

As blindagens devem ser feitas em fios (fio blindado, que já citamos), bobinas e em setores do circuito sujeitos à indução. Na figura 26, mostramos os tipos mais comuns de blindagens para bobinas e circuito de sintonia de televisão.

O chassi de metal, como já afirmamos, também atua como blindagem.

Nos esquemas, a blindagem é indicada por linhas tracejadas, envolvendo condutores e bobinas. Noutros casos, dificilmente o aluno encontrará indicação de blindagem.

j) Dissipadores

Os transistores de potência aquecem-se em razão da corrente relativamente alta que circula entre seus terminais (emissor-coletor). Esse calor faz que mais corrente flua, aumentando ainda mais o aquecimento. O fenômeno é cumulativo e leva o transistor à destruição. Para evitar isso, usam-se os dissipadores, que são superfícies metálicas que "dissipam" o calor, permitindo o resfriamento do transistor.
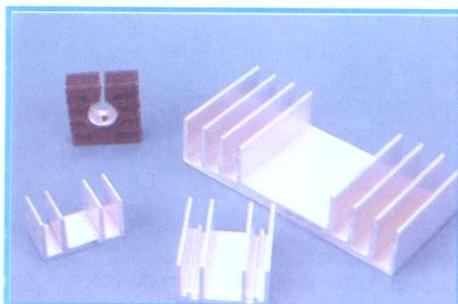
Figura 27 - Variados tipos de dissipadores.

Na figura 27, mostramos os tipos mais comuns de dissipadores.

k) "Dial"

Chama-se "dial" (lê-se "dáial") o conjunto de peças cuja função é comandar mecanicamente a sintonia de um receptor, permitindo que se localize a emissora desejada através de referências (números) existentes em uma escala chamada mostrador. Por isso, é muito comum chamar o "dial" de mostrador, embora o aluno não deva perder de vista que "dial" é o conjunto.

Basicamente, o tipo de "dial" mais comum é composto de:

1) armação
2) eixo de sintonia
3) polía
4) escala graduada de vidro ou plástico
5) ponteiro
6) mola
7) cordoalha
8) escudo

A armação suporta a escala graduada e o ponteiro. O eixo de sintonia movimenta a polia, que geralmente vai presa ao eixo do capacitor variável. O movimento é transmitido através de uma cordinha de "nylon" conhecida como cordoalha ou cordinha de dial. Essa cordinha arrasta o ponteiro, o qual indica, na escala graduada, a freqüência ou comprimento de onda, ou seja, os quilohertz e/ou os metros da emissora sintonizada. Para manter a cordinha sempre tensa (apertada), usa-se uma ou mais molas helicoidais de aço.

A guarnição de madeira ou plástico serve para dar melhor acabamento ao móvel, na instalação do rádio na caixa, e é chamada de escudo.

Na figura 28, mostramos as diversas partes de um "dial" do tipo que citamos. Claro está que existem muitos outros de formas e tipos diferentes, mas o apresentado é o mais comum. Além disso, em nossa lição de prática de montagem, voltaremos ao assunto com muito mais detalhes.

l) Caixa

A **caixa** é o móvel que encerra todo o conjunto, ou seja, o chassi e todos os componentes da montagem, protegendo-os dos elementos exteriores, tais como pó, umidade, acidentes, etc. No caso de receptores de rádio, ela funciona como caixa acústica e melhora a qualidade do som reproduzido. Além disso, a caixa é um elemento estético, isto é, de adorno do ambiente.

As caixas são construídas com um destes três materiais: madeira, plástico e metal, ou com combinações deles.

As caixas de madeira são mais usadas em receptores de mesa, receptores de gabinete, isto é, conjugados com o toca-discos, e em sonofletores (caixas acústicas, de que trataremos em outra lição especial). Têm a vantagem de proporcionar boa qualidade de som; são de peso reduzido e podem ser trabalhadas com facilidade. Como desvantagem, têm pouca resistência mecânica e a necessidade de cuidados quanto à conservação.

As caixas de plástico, isto é, de resinas sintéticas, possuem as seguintes vantagens: são de peso reduzido; fácil fabricação; aspecto excelente; não necessitam de conservação; e, modernamente, possuem grande resistência mecânica (tipo de plástico de alto impacto). Têm a desvantagem de não proporcionar o mesmo som que as de madeira e tornar-se muito mais caras que aquela, quando ultrapassam certa dimensão. As caixas de plástico são usadas em aparelhos receptores de porte médio, como rádios do tipo cabeceira, e em aparelhos portáteis.

As caixas metálicas têm algumas vantagens, entre as quais podemos citar: elevada resistência mecânica, peso

componente.

A figura 30 ilustra alguns dos aspectos físicos desse componente.

Os leds são construídos para diversos valores de corrente e potência dissipada. Na tabela II, apresentamos esses valores.
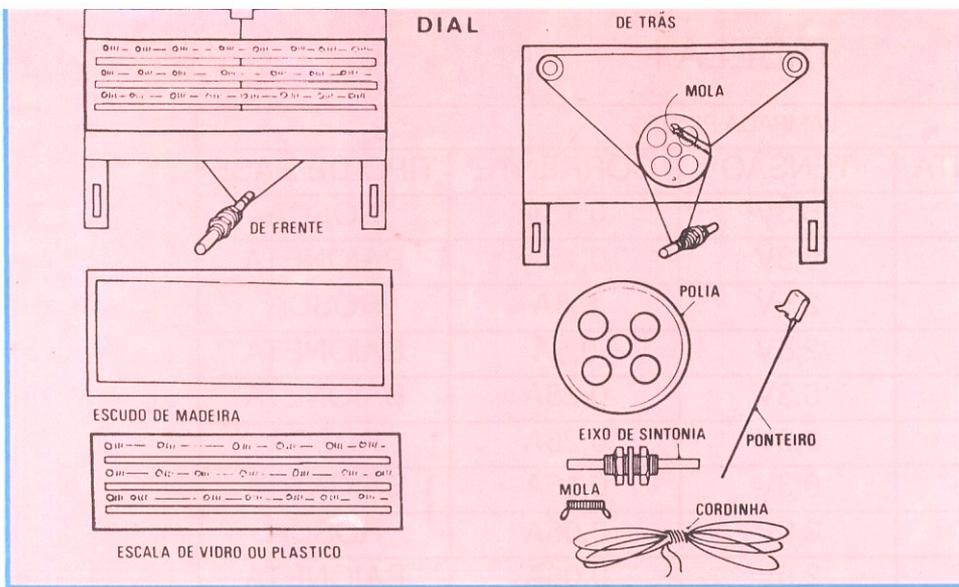
Figura 28 - Partes de um dial.

moderado e, principalmente, por que atua como blindagem. Como desvantagem, podemos citar o acabamento difícil e caro, pois requer proteção contra ferrugem, e a dificuldade de construção. São usadas em receptores de comunicação e amplificadores.

As caixas mistas de madeira e plástico, madeira e metal são usadas para aproveitar as vantagens dos dois materiais. Na figura 29, mostramos um móvel muito comum para amplificador, cujo corpo é de metal. Deixamos de mostrar ao aluno outras ilustrações de caixas, porque sua variedade é muito grande e os estilos são constantemente mudados, para se adaptarem ao gosto estético da época, e também pela adoção de materiais recém-desenvolvidos.

m) LED

O diodo emissor de luz (LED), conforme o nome diz, é um diodo que emite luz visível quando energizado. É usado em circuitos eletrônicos para indicar se o aparelho está ligado ou não. Também é utilizado em circuitos digitais para indicar o estado (nível lógico 0 ou
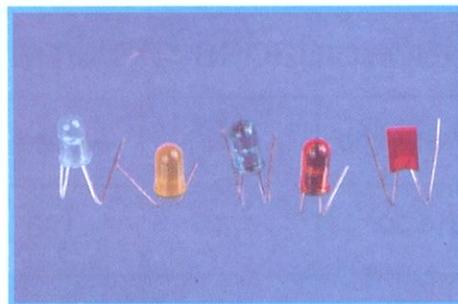
Figura 30 - Aparência física de alguns LEDS.

Figura 29 - Exemplo de um gabinete.

n) Soquetes

Os soquetes foram desenvolvidos para alojar circuitos integrados em placas de circuito impresso.

A figura 31 mostra um soquete de baixo perfil para circuito integrado com 22 pinos.

A figura 32 mostra um soquete profissional, para circuito integrado, de alta precisão, confiabilidade e desempenho, com 40 pinos.

Para finalizar, devemos dizer que além dos acessórios citados há muitos outros destinados a fins específicos, que não puderam ser citados aqui. Todavia, os que apresentamos são os fundamentais para as montagens rotineiras de rádios e amplificadores. Os demais serão examinados à medida que a necessidade obrigar.
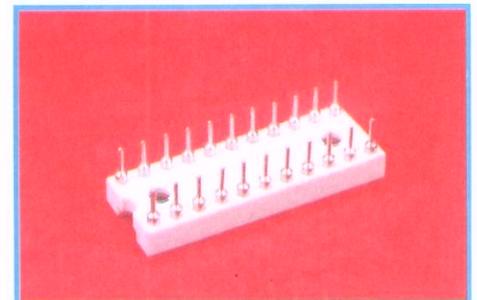
Figura 31 - Soquete para Circuito Integrado de 22 pinos.
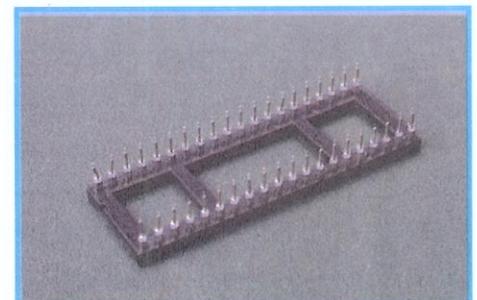
Figura 32 - Soquete para Circuito Integrado de 40 pinos.

TABELA I

LÂMPADA PILOTO				
Nº	COR DA CONTA	TENSÃO	CORRENTE	TIPO DE BASE
40	MARROM	6,3V	0,15A	ROSCA
40A	MARROM	6,3V	0,15A	BAIONETA
41	BRANCA	2,5V	0,5A	ROSCA
43	BRANCA	2,5V	0,5A	BAIONETA
44	AZUL	6,3V	0,25A	BAIONETA
46	AZUL	6,3V	0,25A	ROSCA
47	MARROM	6,3V	0,15A	BAIONETA
48	ROSA	2,0V	0,06A	ROSCA
49	ROSA	2,0V	0,06A	BAIONETA
49A	BRANCA	2,1V	0,12A	BAIONETA
50	BRANCA	6,3V	0,2A	ROSCA
51	BRANCA	6,3V	0,2A	BAIONETA

TABELA II

Capacidades máximas para Ta = 25º C					
PARÂMETRO	Vermelho	Vermelho de Alta Eficiência	Amarelo	Verde	Unidades
Dissipação de potência	100	120	120	120	mW
Corrente direta média	50	20	20	30	mA
Corrente direta de pico	1.000	60	60	60	mA
Faixa de temperatura para operação		55 a 100			ºC
Temperatura de solda dos terminais	230 por três segundos				ºC
Intensidade luminosa axial	0,7 a 1,0	3,0	2,0	1,5	Candela
Tensão direta	1,6	2,2	2,2	2,4	V
Tensão de ruptura inversa	10	5,0 (min.)	5,0 (min.)	5,0 (min.)	V
Eficiência luminosa	55	147	570	665	1m/ W
Comprimento de onda dominante	640	628	585	572	nm